



STUDIO
ARHING

D.O.O. ZA PROJEKTIRANJE I INŽENJERING POSLOVE U GRADITELJSTVU | ČIRE TRUHELKE 49, ZAGREB | T: 3772 480 | INFO@STUDIO-ARHING.COM | OIB: 17870151363

INVESTITOR

**Župa Rođenja Blažene Djevice Marije
Granešina 10, 10 000 Zagreb
OIB: 89126704852**

NAZIV PROJEKTA

**PROJEKT CJELOVITE OBNOVE
ZGRADE JAVNE NAMJENE**

STRUKOVNA ODREDNICA PROJEKTA

GRAĐEVINSKI - PROJEKT KONSTRUKCIJE

OZNAKA PROJEKTA

60/23-PO

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE

Juraj Pojatina, dipl.ing.građ., G 3870

SURADNICI

**David Anđić, mag.ing.aedif.
Tamara Horvat, mag.ing.aedif.
Maja Vrančić, mag.ing.aedif.
Nemanja Zečić, mag.ing.aedif.
Matej Kramarić, mag.ing.aedif.
Ivan Manović, mag.ing.aedif.
Mihaela Maslač, mag.ing.arch.**

MJESTO

Zagreb

GRAĐEVINA

**Kapela Svetog Križa
Veliki vrh 57a, 10 000 Zagreb
k.č.br. 3538, k.o. Granešina Nova**

FAZA PROJEKTA

FAZA 1

**PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE
PROJEKT POJAČANJA GRAĐEVINSKE
KONSTRUKCIJE**

MAPA

2

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA

60/23-PO-GR

GLAVNI PROJEKTANT

Ana Jeren, mag.ing.arch., A 4292

ODGOVORNA OSOBA

Juraj Pojatina, dipl.ing.građ.

DATUM

studeni 2023.

S A D R Ź A J**PROJEKT CJELOVITE OBNOVE ZGRADE JAVNE NAMJENE****FAZA 1****PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE –
PROJEKT POJAČANJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE
MAPA 2**

I. OPĆI DIO.....	5
1.1 Popis mapa.....	6
1.2 Opći podaci o građevinskoj konstrukciji	6
1.3 Izvadak iz sudskog registra	7
1.4 Rješenja o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.....	12
1.5 Dopuštenja za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara	14
1.6 Popis projekatana i suradnika	16
II. TEHNIČKI DIO.....	17
2 Tehnički opis	18
2.1 Uvod	18
2.2 Postojeće stanje	20
2.3 Pojačano stanje	23
2.4 Tehnički dio.....	25
3 Program kontrole i osiguranja kvalitete.....	28
3.1 Opći podaci i definicije	28
3.2 Zemljani radovi	29
3.3 Betonski i armiranobetonski radovi.....	30
3.4 Čelična konstrukcija.....	41
3.5 Drvena konstrukcija	43
3.6 Zidarski radovi	45
3.7 Materijali za sanaciju konstrukcija	46
3.8 Nadzor	49
3.9 Mjere u slučaju nesukladnosti	51
4 Ocjena postojećeg stanja i zatečena potresna otpornost	52
4.1 Vizualni pregled	52
4.1.1 Vizualni pregled građevine	52
4.1.2 Prostorni model zgrade s prikazom oštećenja	55
4.1.3 Čelične zatege	58
4.2 Istražni radovi	59

4.2.1	Zidne istražne sondaže	60
4.2.2	Geotehnički istražni radovi	69
4.2.3	Ocjena stanja drvenih konstrukcija	73
4.3	Analiza zatečene potresne otpornosti	77
4.3.1	Opis nedostataka građevine	77
4.3.2	Kontrola zatečene potresne otpornosti	78
4.3.3	Mehanizmi otkazivanja	85
4.3.4	Zaključak o stanju građevine	90
4.3.5	Potrebna razina obnove	90
4.3.6	Zatečena potresna otpornost	91
4.3.7	Hitne mjere	91
5	Pojačanje konstrukcije	93
5.1	Ulazni podaci - analiza djelovanja na konstrukciju	93
5.1.1	Stalno djelovanje	93
5.1.2	Uporabno djelovanje	93
5.1.3	Djelovanje snijega	94
5.1.4	Djelovanje potresa	94
5.1.5	Djelovanje vjetra	95
5.2	Krovište	97
5.2.1	Proračun krovišta kapele	97
5.2.2	Provjera krovišta tornja na prevrtanje	108
5.3	Kapela	109
5.3.1	Nelinearna statička analiza kapele (push-over analiza)	109
5.3.2	Proračun novih čeličnih zatega	117
5.4	Temelji	118
5.4.1	Podna ploča broda	118
6	Karakteristični izvedbeni detalji	121
6.1	Toranj	121
6.2	Krovište	124
6.3	Kapela	126
6.4	Temelji	129
7	Ocjena potresne otpornosti građevine nakon pojačanja	131
8	Mogućnost i uvjeti uporabe dijelova zgrade prije dovršetka obnove	132
9	Posebni tehnički uvjeti obnove	134
10	Posebni tehnički uvjeti za gospodarenje građevinskim otpadom	137

III. TROŠKOVNIK PROCIJENJENIH TROŠKOVA RADOVA OBNOVE	138
IV. GRAFIČKI PRIKAZ	139

I. OPĆI DIO

1.1 Popis mapa

Projekt cjelovite obnove zgrade javne namjene

Faza 1 - Projekt obnove konstrukcije zgrade – Projekt pojačanja građevinske konstrukcije

Zajednička oznaka projekta (ZOP): 60/23-PO-GR

Glavni projektant: Ana Jeren, mag.ing.arch. A 4292

MAPA	VRSTA PROJEKTA	BROJ PROJEKTA	TVRTKA	PROJEKTANT
1	ARHITEKTONSKI PROJEKT PROJEKT ARHITEKTURE	60/23-PO	Studio Arhing d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb	Branka Petković, dipl.ing.arh, A 529
2	GRAĐEVINSKI PROJEKT PROJEKT KONSTRUKCIJE	60/23-PO	Studio Arhing d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb	Juraj Pojatina, dipl.ing.građ. G 3870
3	TROŠKOVNIK RADOVA	60/23-PO	Studio Arhing d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb	Juraj Pojatina, dipl.ing.građ. G 3870

1.2 Opći podaci o građevinskoj konstrukciji

Vlasnik: Župa Rođenja Blažene Djevice Marije
Adresa vlasnika: Granešina 10, 10 000 Zagreb
OIB: 89126704852
Naziv građevine: Kapela Svetog Križa
Adresa: Veliki vrh 57a, 10 000 Zagreb
Katastarska čestica: 3538
Katastarska općina: Granešina Nova

1.3 Izvadak iz sudskog registra

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBUElektronički zapis
Datum: 28.03.2023

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080059522

OIB:

17870151363

EUID:

HRSR.080059522

TVRTKA:

- 1 STUDIO ARHING društvo s ograničenom odgovornošću za inženjering poslove u građevinarstvu
- 1 STUDIO ARHING d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 6 Zagreb (Grad Zagreb)
Ulica Čire Truhelke 49

ADRESA ELEKTRONIČKE POŠTE:

- 9 juraj@studio-arhing.com

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 22.2 - Tiskarska djelatnost i s njom povezane usluge
- 1 22.33 - Umnožavanje računalnih (kompjutorskih) zapisa
- 1 45.5 - Iznajm. građ. strojeva i opr. s rukovateljem
- 1 51 - Trgovina na veliko i posredovanje u trgovini, osim trgovine motornim vozilima i motociklima
- 1 52.1 - Trgovina na malo u nespecijaliziranim prod.
- 1 60.23 - Ostali prijevoz putnika cestom
- 1 60.24 - Prijevoz robe (tereta) cestom
- 1 63.40 - Djelatnost ostalih agencija u prometu
- 1 70.3 - Poslovanje nekretn., uz naplatu ili po ugovoru
- 1 71.32 - Iznajmljivanje strojeva i opreme za građevin.
- 1 72.3 - Obrada podataka
- 1 73.1 - Istraž. i raz. u prir., tehn. i tehnol. znan.
- 1 74.13 - Istraživanje tržišta i ispit. javnog mnijenja
- 1 74.2 - Arhitektonske i inženj. djel. i tehn. savjet.
- 1 74.3 - Tehničko ispitivanje i analiza
- 1 74.4 - Promidžba (reklama i propaganda)
- 1 * - stručni poslovi prostornog uređenja, izrada dokumenata prostornog uređenja i stručne podloge za izdavanje lokacijskih dozvola
- 1 * - građenje, projektiranje i nadzor
- 1 * - instalacijski i završni radovi u građevinarstvu
- 1 * - računovodstveni i knjigovodstveni poslovi
- 1 * - izvođenje investicijskih radova u inozemstvu i

Izrađeno: 2023-03-28 14:39:44
Podaci od: 2023-03-28D004
Stranica: 1 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBUElektronički zapis
Datum: 28.03.2023

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

- ustupanje investicijskih radova stranoj osobi u zemlji
- | | | |
|---|---|---|
| 1 | * | - međunarodni prijevoz robe i putnika u cestovnom prometu |
| 1 | * | - međunarodno otpremništvo |
| 1 | * | - turistički poslovi s inozemstvom |
| 1 | * | - zastupanje stranih tvrtki |
| 6 | * | - kupnja i prodaja robe |
| 6 | * | - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu |
| 6 | * | - održavanje i popravak motornih vozila |
| 6 | * | - prekrcaj tereta i skladištenje |
| 6 | * | - izvođenje instalacijskih radova u inozemstvu |
| 6 | * | - pripremanje hrane i pružanje usluga prehrane, pripremanje i usluživanje pićem i napitcima |
| 6 | * | - turističke usluge u nautičkom turizmu |
| 6 | * | - turističke usluge u ostalim oblicima turističke ponude |
| 6 | * | - ostale turističke usluge |
| 6 | * | - turističke usluge koje uključuju športsko-rekreativne ili putoslovne aktivnosti |

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- | | |
|----|----------------------------------|
| 11 | Juraj Pojatina, OIB: 91759379755 |
| | Zagreb, Putine 23A |
| 11 | - član društva |
| 11 | David Anđić, OIB: 55851712103 |
| | Zagreb, Zvonigradska ulica 33 |
| 11 | - član društva |

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- | | |
|---|--|
| 8 | JURAJ POJATINA, OIB: 91759379755 |
| | Zagreb, PUTINE 23A |
| 7 | - direktor |
| 7 | - zastupa društvo pojedinačno i samostalno od dana 17.04.2012.godine |

TEMELJNI KAPITAL:

- | | |
|---|--|
| 6 | 352.100,00 kuna / 46.731,70 euro (fiksni tečaj konverzije 7.53450) |
|---|--|

Napomena:

Iznos temeljnog kapitala informativno je prikazan u euru i ne utječe na prava i obveze društva niti članova društva. Društva su u obvezi temeljni kapital uskladiti sukladno Zakonu o izmjenama Zakona o trgovačkim društvima ("Narodne novine" broj 114/22.).

Izrađeno: 2023-03-28 14:39:44
Podaci od: 2023-03-28D004
Stranica: 2 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBUElektronički zapis
Datum: 28.03.2023

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Ugovor o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od 19. ožujka 1991. godine izmjenjen Društvenim ugovorom o usklađenju sa Zakonom o trgovačkim društvima 02. listopada 1995. godine.
- 2 Odlukom Uprave od 28. 11. 1997. godine izmjenjen je Društveni ugovor o usklađenju društva sa ZTD-om i to članak 7. odredba o temeljnom kapitalu.
- 3 Odlukama članova Društva od 7. siječnja 1999. godine izvršene su izmjene čl. 4 o sjedištu društva, članaka 6 i 8 o ovlasti uprave, članaka 7.11.4 i 15 o poslovnim udjelima i dijeljenju poslovnih udjela Društvenog ugovora od 28. studenog 1997. godine te je pročišćeni tekst Društvenog ugovora od 7. siječnja 1999. godine dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
- 4 Društveni ugovor od 07.01.1999. stavljen van snage Odlukom Skupštine od 03.10.2002. promijenila oblik u Izjavu te u Pročišćenom tekstu od 03.10.2002. dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
- 6 odlukom jedinog člana društva kao Skupštine društva od dana 23. travnja 2008. godine Izjava od 03. listopada 2002. godine čiji se pročišćeni tekst nalazi pohranjen u zbirci isprava sudskog registra Trgovačkog suda u Zagrebu stavljena je u cijelosti izvan snage i zamjenjena potpuno novim tekstom Izjave od 23. travnja 2008. godine koja se dostavlja sudu za zbirku isprava.
- 7 Odlukom članova društva od 17.04.2012.god. promijenjene su odredbe Izjave od 23.04.2008.god. i to u čl. 4. - odredba o članovima društva i poslovnim udjelima i u cijelosti se mijenja i preoblikuje u Društveni ugovor od 17.04.2012.god., koji se dostavlja u zbirku isprava.
- 10 Odlukom člana društva od 27.07.2021. godine, Društveni ugovor od 17.04.2012. godine u cijelosti je izmijenjen i zamijenjen Društvenim ugovorom od 27.07.2021. godine, koji se dostavlja sudu i ulaže u zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:

- 2 Odlukom osnivača od 27. 11. 1997. godine povećan je temeljni kapital društva sa 3.300,00 kn za 30.000,00 kn na 33.300,00 kn.
- 5 Zbog provedbe pripajanja ovom društvu društva STUDIO STRUKTURA d.o.o. Zagreb, Klaićeva 48, temeljni kapital društva povećan je sa iznosa od 33.300,00 kn za iznos visine temeljnog kapitala pripojenog društva odnosno za iznos od 18.800,00 kn na iznos od 52.100,00 kn.
- 6 Odlukom jedinog člana društva kao Skupštine društva od 23. travnja 2008. godine povećan je temeljni kapital društva sa iznosa od 52.100,00 kn za iznos od 300.000,00 kn na iznos od 352.100,00 kn, pretvaranjem rezervi društva u temeljni kapital.

Statusne promjene: subjektu upisa pripojen drugi

- 5 Ovom društvu pripojeno je društvo STUDIO STRUKTURA d.o.o., sa sjedištem u Zagrebu, Klaićeva 48, upisano u sudski registar Trgovačkog suda u Zagrebu u registarski uložak s matičnim brojem

Izrađeno: 2023-03-28 14:39:44
Podaci od: 2023-03-28D004
Stranica: 3 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBUElektronički zapis
Datum: 28.03.2023

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Statusne promjene: subjektu upisa pripojen drugi

subjekta upisa MBS 080028751, temeljem Ugovora o pripajanju od 23. travnja 2008.godine, te Odluka članova kao skupštine ovog društva i pripojenog društva od istog dana.
Članovi društva odrekli su se prava na tužbu radi pobijanja odluke o pripajanju.

OSTALI PODACI:

- 1 Subjekt upisan kod Trgovačkog suda u Zagrebu na reg.ul. 1-14062
- 5 Ovime se obavještavaju i upozoravaju vjerovnici društava koja sudjeluju u pripajanju i daje im se osiguranje da mogu tražiti da im se podmiri tražbina u roku od šest mjeseci od objavljivanja upisa pirpanja u sudski registar, a sve u skladu sa odredbom članka 523. ZTD-a. To pravo imaju vjerovnici društva STUDIO ARHING d.o.o. samo onda ako mogu dokazati da je pripajanjem društva ugroženo ispunjenje njihovih tražbina.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	27.04.22	2021	01.01.21 - 31.12.21	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/2819-2	15.05.1996	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-97/6067-4	19.10.1998	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-99/44-2	22.03.1999	Trgovački sud u Zagrebu
0004 Tt-02/7191-2	17.10.2002	Trgovački sud u Zagrebu
0005 Tt-08/5718-2	27.05.2008	Trgovački sud u Zagrebu
0006 Tt-08/5720-2	12.06.2008	Trgovački sud u Zagrebu
0007 Tt-12/6984-2	26.04.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0008 Tt-19/13094-1	28.03.2019	Trgovački sud u Zagrebu
0009 Tt-20/17302-2	21.07.2020	Trgovački sud u Zagrebu
0010 Tt-21/35012-2	03.08.2021	Trgovački sud u Zagrebu
0011 Tt-21/51404-2	22.11.2021	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	30.06.2009	elektronički upis
eu /	30.06.2010	elektronički upis
eu /	16.06.2011	elektronički upis
eu /	26.06.2012	elektronički upis
eu /	18.06.2013	elektronički upis
eu /	27.06.2014	elektronički upis
eu /	31.03.2015	elektronički upis
eu /	04.04.2016	elektronički upis
eu /	28.04.2017	elektronički upis

Izrađeno: 2023-03-28 14:39:44
Podaci od: 2023-03-28D004
Stranica: 4 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBUElektronički zapis
Datum: 28.03.2023

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
eu	/	27.04.2018	elektronički upis
eu	/	29.04.2019	elektronički upis
eu	/	06.05.2020	elektronički upis
eu	/	07.05.2021	elektronički upis
eu	/	27.04.2022	elektronički upis

Sudska pristojba po Thr. 29. st. 3. Uredbe o tarifi sudskih pristojbi (NN br. 53/19 i 92/21), za izvadak iz sudskog registra u iznosu od 0.66 EUR naplaćena je elektroničkim putem.



Ova isprava je u digitalnom obliku elektronički potpisana certifikatom:
CN=sudreg, L=ZAGREB,
O=MINISTARSTVO PRAVOSUĐA I UPRAVE HR72910430276, C=HR

Broj zapisa: 00sOo-dG6vn-YxULb-ecdSI-xLXww
Kontrolni broj: pu9Np-Qx8Zt-soTfy-xpvt0

Skeniranjem ovog QR koda možete provjeriti točnost podataka.

Isto možete učiniti i na web stranici

http://sudreg.pravosudje.hr/registar/kontrola_izvornika/ unosom gore navedenog broja zapisa i kontrolnog broja dokumenta.

U oba slučaja sustav će prikazati izvornik ovog dokumenta. Ukoliko je ovaj dokument identičan prikazanom izvorniku u digitalnom obliku, Ministarstvo pravosuđa i uprave potvrđuje točnost isprave i stanje podataka u trenutku izrade izvotka.

Provjera točnosti podataka može se izvršiti u roku tri mjeseca od izdavanja isprave.

Izrađeno: 2023-03-28 14:39:44
Podaci od: 2023-03-28

D004
Stranica: 5 od 5

1.4 Rješenja o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva



3

REPUBLIKA HRVATSKA
HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-360-01/07-01/ 3870
Urbroj: 314-02-07-1
Zagreb, 27. siječnja 2007. godine

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), te na temelju Odluke i nacрта Rješenja Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 24.01.2007. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis POJATINA JURAJA, dipl.ing.građ., ZAGREB, BOLNIČKA CESTA 63, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi i potpisuje

RJEŠENJE

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva** upisuje se **POJATINA JURAJ**, dipl.ing.građ., ZAGREB, pod rednim brojem **3870**, s danom upisa **24.01.2007.** godine.
2. Upisom u **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva**, POJATINA JURAJ, dipl.ing.građ., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer građevinarstva**" i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1., 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.
4. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu izdaje "**inženjersku iskaznicu**" i "**pečat**", koji su trajno vlasništvo Komore.
5. Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.
6. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda, osim u slučaju mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u Komori podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.

Obrazloženje

POJATINA JURAJ, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 24.01.2007. godine postupak razmatranja dostavljenog potpunog Zahtjeva imenovanog, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 2. i člankom 22. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), donio Odluku i nacrt Rješenja o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Nacrt Rješenja dostavljen je na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva stekao je pravo na obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 49. Zakona o gradnji ("Narodne novine", br. 175/03 i 100/04) i članku 4. stavku 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), u svojstvu odgovorne osobe upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i to pravo mu traje dok traje polica osiguranja od profesionalne odgovornosti, odnosno do izricanja stegovne kazne iz članka 30. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 4. stavkom 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva, osim u slučaju mirovanja članstva, dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani je stekao pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a koji su trajno vlasništvo Komore temeljem članka 4. stavka 2. i 3. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Sva prethodno navedena prava obvezuju ovlaštenog inženjera građevinarstva na redovno i uredno plaćanje članarine u skladu s člankom 31. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva može poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 51., 52., 53. i 55. Zakona o gradnji ("Narodne novine", br. 175/03 i 100/04) obavljati samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu, projektantskom društvu, odnosno u pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je u obavljanju poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja poštivati odredbe Zakona o gradnji i posebnih zakona, te osigurati da obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora bude u skladu s načelima i pravilima struke, koja treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.

Na temelju svega prethodno navedenog, riješeno je kao u dispozitivu ovoga Rješenja.

Pouka o pravnom lijeku

Protiv ovog Rješenja žalba nije dopuštena, ali se može pokrenuti upravni spor podnošenjem tužbe Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku od 30 dana od primitka ovog Rješenja.



Dostaviti:

1. JURAJ POJATINA, 10000 ZAGREB, BOLNIČKA CESTA 63
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

[Handwritten signature]

1.5 Dopuštenja za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO KULTURE

UPRAVA ZA ZAŠTITU KULTURNE BAŠTINE

Klasa: UP/I-612-08/15-03/0157

Urbroj: 532-04-01-01-01/7-15-10

Zagreb, 10. rujna 2015.

Ministarstvo kulture rješavajući o zahtjevu Jurja Pojatine, dipl. ing. građ. iz Zagreba na temelju članka 100. stavka 1. i 3. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", br. 69/99, 151/03, 157/03, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14) i članka 11. stavka 1. Pravilnika o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", br. 74/03, 44/10), u postupku izdavanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, na prijedlog Stručnog povjerenstva za utvrđivanje uvjeta za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, donosi

RJEŠENJE

1. Dopušta se **Jurju Pojatinu, dipl. ing. građ. iz Zagreba** obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara iz članka 2. stavka 1. toč. 1., 2. i 3. Pravilnika o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, i to **istraživanje i proučavanje nosve konstrukcije nepokretnog kulturnog dobra, dokumentiranje nosive konstrukcije te izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra.**

2. Utvrđuje se da Juraj Pojatina, dipl. ing. građ. iz Zagreba ispunjava sve uvjete propisane citiranim Pravilnikom za obavljanje poslova iz toč. 1. izreke ovoga rješenja.

Ovlašteni inženjer građevinarstva Juraj Pojatina, dipl. ing. građ. iz Zagreba dužan je o svakoj promjeni glede ispunjenja propisanih uvjeta za obavljanje poslova iz toč. 1. izreke ovoga rješenja, pisano obavijestiti Ministarstvo kulture u roku od 8 dana od nastale promjene.

3. Ovo dopuštenje daje se na vrijeme od pet godina.

4. Rješenjem Klasa: UP/I-612-08/09-03/0326, Urbroj: 532-04-01-02/5-10-3 od 15. lipnja 2010., Juraj Pojatina, dipl. ing. građ. iz Zagreba upisan je u Upisnik specijaliziranih pravnih i fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara pod rednim brojem **1449**.

O b r a z l o ž e n j e

Juraj Pojatina, dipl. ing. građ. iz Zagreba podnio je Ministarstvu kulture zahtjev za produljenje dopuštenja za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara prema Pravilniku o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara.

Navedenom zahtjevu priloženi su preslika Potvrde o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore inženjera građevinarstva od 11. ožujka 2015., Popis kulturnih dobara i poslova na kojima je podnositelj zahtjeva radio, Opis tehničke opremljenosti u potrebnih mjera iz članka 7. uvodno cit. Pravilnika.

U provedenom postupku utvrđivanja uvjeta za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, sukladno članku 10. stavku 1. navedenog Pravilnika, o radovima Jurja Pojatine, dipl. ing. građ., STUDIO ARHING d.o.o. iz Zagreba zatraženo je stručno mišljenje nadležnih konzervatorskih tijela.

Stručno povjerenstvo je na temelju priložene dokumentacije i stručnih mišljenja Konzervatorskog odjela u Požezi od 7. srpnja 2015., Konzervatorskog odjela u Slavonskom Brodu od 8. srpnja 2015., Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu od 3. srpnja 2015., Konzervatorskog odjela u Splitu od 10. srpnja 2015. i Konzervatorskog odjela u Zadru od 13. srpnja 2015., a sukladno čl. 10. st. 4. Pravilnika, utvrdilo da postoje propisani uvjeti za obavljanje poslova iz čl. 2. st. 1. toč. 1., 2. i 3. Pravilnika: istraživanje i proučavanje nosive konstrukcije nepokretnog kulturnog dobra, dokumentiranje nosive konstrukcije te izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra.

Prema odredbi članka 12. uvodno cit. Pravilnika ovo se dopuštenje daje na vrijeme od pet godina, a podnositelj zahtjeva kojemu je ono izdano može šest mjeseci prije isteka važenja dopuštenja Ministarstvu kulture podnijeti zahtjev za njegovo produljenje.

Podnositelj zahtjeva kojem je izdano dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, odnosno odgovorna osoba dužna je o svakoj promjeni glede ispunjenja Pravilnikom propisanih uvjeta, pisano obavijestiti Ministarstvo kulture u roku od 8 dana od nastale promjene, sukladno članku 13. stavku 1. Pravilnika.

Sukladno članku 100. stavku 3. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara i članku 11. stavku 3. Pravilnika po pravomoćnosti ovoga rješenja, izvršit će se upis podnositelja zahtjeva u Upisnik specijaliziranih pravnih i fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, u kojem će se evidentirati da je dobio dopuštenje za obavljanje poslova iz toč. 1. izreke ovoga rješenja.

Iz gore navedenog riješeno je kao u izreci.

Uputa o pravnom lijeku:

Protiv ovoga Rješenja može se izjaviti žalba Povjerenstvu za žalbe pri Ministarstvu kulture u roku od 15 dana od dana dostave Rješenja. Žalba se izjavljuje ovome tijelu neposredno ili šalje poštom preporučeno.

POMOĆNICA MINISTRA

Sanija Šaban, dipl. ing. arh.

Dostavlja se:

1. Juraj Pojatina, d.i.g., STUDIO ARHING d.o.o., Čire Truhelke 49, 10000 Zagreb (s povratnicom)
2. Konzervatorski odjeli Ministarstva kulture, svi
3. Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu
4. Upisnik specijaliziranih fizičkih i pravnih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, ovdje
5. Pismohrana, ovdje

1.6 Popis projekatana i suradnika

Glavni projektant:	Ana Jeren, mag.ing.arch. A 4292
Mapa:	1 – Arhitektonski projekt
Projekt:	Projekt cjelovite obnove zgrade javne namjene
Projektantski ured:	Studio Arhing d.o.o., Čire Truhelke 49, Zagreb
OIB:	17870151363
Sadržaj :	Projekt arhitekture
Projektant:	Branka Petković, dipl.ing.arh, A 529
Suradnici:	Mihaela Maslač, mag.ing.arch. Ana Jeren, mag.ing.arch. Zdravko Ajduković, dipl.ing.arh. Aleksandra Brezovečki Biđin, dipl.ing.arh
Mapa:	2 – Građevinski projekt
Projekt:	Projekt konstrukcije
Projektantski ured:	Studio Arhing d.o.o., Čire Truhelke 49, Zagreb
OIB:	17870151363
Sadržaj :	Projekt pojačanja građevinske konstrukcije
Projektant:	Juraj Pojatina, dipl.ing.građ., G 3870
Suradnici:	David Anđić, mag.ing.aedif. Tamara Horvat, mag.ing.aedif. Maja Vrančić, mag.ing.aedif. Nemanja Zečić, mag.ing.aedif. Matej Kramarić, mag.ing.aedif. Ivan Manović, mag.ing.aedif. Mihaela Maslač, mag.ing.arch.
Mapa:	3 – Građevinski projekt
Projekt:	Troškovnik procijenjenih troškova radova obnove
Projektantski ured:	Studio Arhing d.o.o., Čire Truhelke 49, Zagreb
OIB:	17870151363
Sadržaj :	Troškovnik procijenjenih troškova radova obnove
Projektant:	Juraj Pojatina, dipl.ing.građ., G 3870
Suradnici:	Renato Gulić, mag.ing.aedif. David Anđić, mag.ing.aedif. Tamara Horvat, mag.ing.aedif. Maja Vrančić, mag.ing.aedif. Nemanja Zečić, mag.ing.aedif. Matej Kramarić, mag.ing.aedif. Ivan Manović, mag.ing.aedif. Mihaela Maslač, mag.ing.arch.

Zagreb, studeni 2023.

Projektant :
Juraj Pojatina, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Juraj Pojatina
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3870

II. TEHNIČKI DIO

2 Tehnički opis

2.1 Uvod

Kapela Svetog Križa, Veliki vrh 57a u Granešini Novoj oštećena je u potresima 2020. godine te je brzim pregledom ocijenjena kao neuporabljiva (crvena naljepnica). U sklopu predmetnog Projekta obnove konstrukcije daje se uvid o stanju konstrukcije unutar poglavlja Ocjena postojećeg stanja građevinske konstrukcije koji obuhvaća detaljan vizualni pregled s utvrđivanjem pozicija i jačine oštećenja nosive i nenosive konstrukcije zgrade. Zaključuje se kako je građevina značajno oštećena u potresu, zbog čega se prema Tehničkom propisu, zahtijevaju radovi Razine 3, odnosno pojačanje nosive konstrukcije. Sadržaj ovog projekta obnove oblikovan je prema važećem Pravilniku o sadržaju i tehničkim elementima projekta obnove, projekta za uklanjanje zgrade, projekta za građenje zamjenske obiteljske kuće i projekta za građenje višestambene i stambeno-poslovne zgrade oštećene potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (NN 28/23) Sadržaj projekta obnove definiran ovim pravilnikom uključuje:

- elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije,
- tehnički opis,
- analizu potresne otpornosti građevine,
- opis očekivanih zahvata s tehničkim rješenjima za obnovu,
- dokaz o ispunjavanju temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti,
- posebne tehničke uvjete obnove,
- indeks znatnog oštećenja,
- troškovnik procijenjenih troškova obnove (zasebna mapa),
- grafički prilog.

Kapela sv. Križa, Veliki vrh 57a, Granešina Nova, Zagreb, nalazi se na području zaštićene ruralne kulturno-povijesne cjeline Etnološko područje Novoselečki vinogradi, za koju je rješenjem Ministarstva kulture i medija utvrđeno svojstvo kulturnog dobra upisanog u Registar kulturnih dobara RH pod oznakom Z-2168.



Slika 2-1 Pogled na kapelu Sv. Križa, Veliki vrh

19

2.2 Postojeće stanje

Kapela Svetog Križa nalazi se na adresi Veliki vrh 57a u Zagrebu. Smještena je na katastarskoj čestici oznake k.č.br. 3538, k.o. Granešina Nova. Katastarska čestica je nepravilnog poligonalnog oblika i površine 1908 m². Građevinska bruto površina kapele iznosi 78,56 m². Ploština podova građevine iznosi 44,39 m². Orijentacija kapele je zapad - istok s ulaznim pročeljem i tornjem orijentiranim prema zapadu.



Slika 2-4 Kapela Svetog Križa – zapadno i sjeverno pročelje

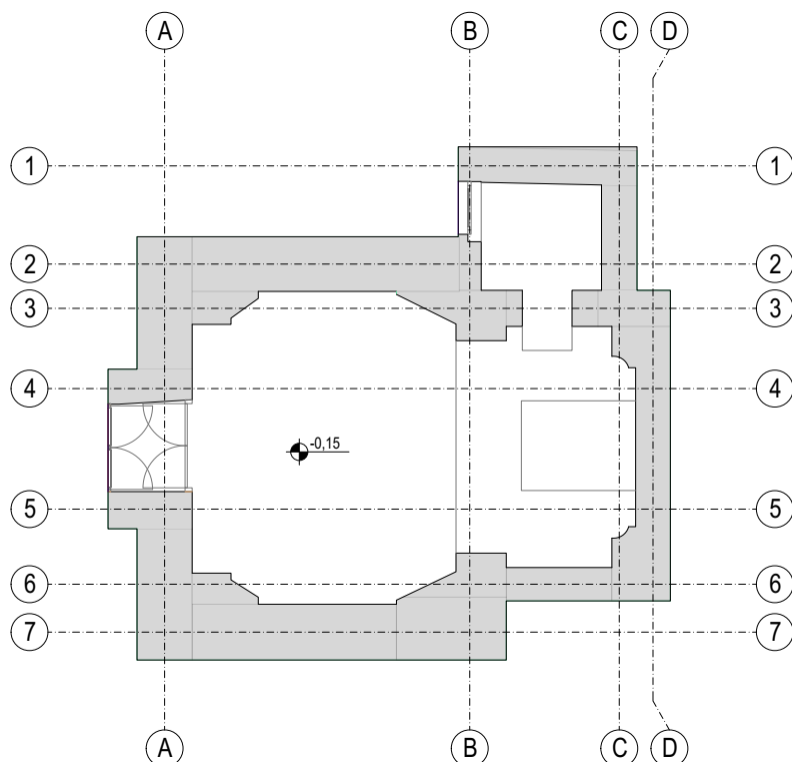
Kapela je jednobrodna građevina s tornjem koji se uzdiže na sredini ulaznog (zapadnog) pročelja. U nastavku broda, na istočnoj strani, nalazi se svetište koje je u odnosu na brod uže. Sa sjeverne strane svetišta nalazi se sakristija, u koju je ulaz moguć i s vanjske strane na zapadnom pročelju. Tlocrtna dimenzije građevine su 9,4 x 10,3 m. Visina kapele mjerena od najniže kote uređenog terena do vrha sljemena broda iznosi 9,1 m, dok je visina vijenca na približno 5,0 m. Ukupna visina tornja iznosi približno 16,2 m do vrha kape tornja. U nastavku slijedi osvrt na stanje građevine tijekom posljednjeg pregleda te osvrt na dimenzije konstrukcijskih elemenata.

Osnovni nosivi sustav kapela za preuzimanje horizontalnih djelovanja izveden je neomeđenim zidom debljine 50 -100 cm. Ovisno o vremenu izgradnje, zidovi kapele su velikim dijelom kameni (s lokalno ubačenim blokovima opeke), dok su zidovi tornja (od razine krovništa) dominantno opečni s djelomičnim kamenim nabačajem. Uglovi zidova zadebljani su s unutarnje strane, a debljina zidova tornja postepeno se smanjuje visinom. Prilikom pregleda građevine izvedeno je punoplošno injektiranje zida kapele s vanjske strane (prema dokumentu *Elaborat radova obnove – faza 1 kapele Sv. Križa, Veliki vrh 57a, Zagreb*, Urbane ideje d.o.o., svibanj 2023., 57/2023-UI). U luku iznad ulaza u kapelu vidljive su dvije željezne zatege, pravokutnog poprečnog presjeka, koje su visinski smještene iznad pete luka na ~4,8 m.

Prostor broda i svetišta nadsvođen je rebrastim svodovima koji se oslanjaju na uzdužne zidove i poprečne lukove. Svodovi su opečni, a tjemne svoda nalazi se na visini od ~5,3 m i 5,1 m. Uslijed cikličkog potresnog djelovanja došlo je do značajnog oštećenja svodova i lukova, stoga su poduzeti zahvati podupiranja svodova i lukova kako bi se smanjila opasnost od urušavanja (prema dokumentu *Elaborat radova obnove – faza 1 kapele Sv. Križa, Veliki vrh 57a, Zagreb*, Urbane ideje d.o.o., svibanj 2023., 57/2023-UI).

Toranj koji je dio zapadnog ulaznog pročelja do razine krovništa izveden je od kamenog zida, dok je preostali dio izveden od opeke s djelomičnim kamenim nabačajem. Debljina zidova tornja od razine krovništa do vrha iznosi 60 cm. U toranj je moguće pristupiti jedino preko prozora na ulaznom (zapadnom) pročelju. Krov tornja

je drvena prostorna rešetkasta konstrukcija visine ~5,2 m, čija je baza dimenzija 2,7 x 2,9 m. Krovšte je četverostrešno, nagiba 64° te je pokrov tornja izveden od pocinčanog lima. Na drvenu konstrukciju kape tornja zavješena su dva zvona.



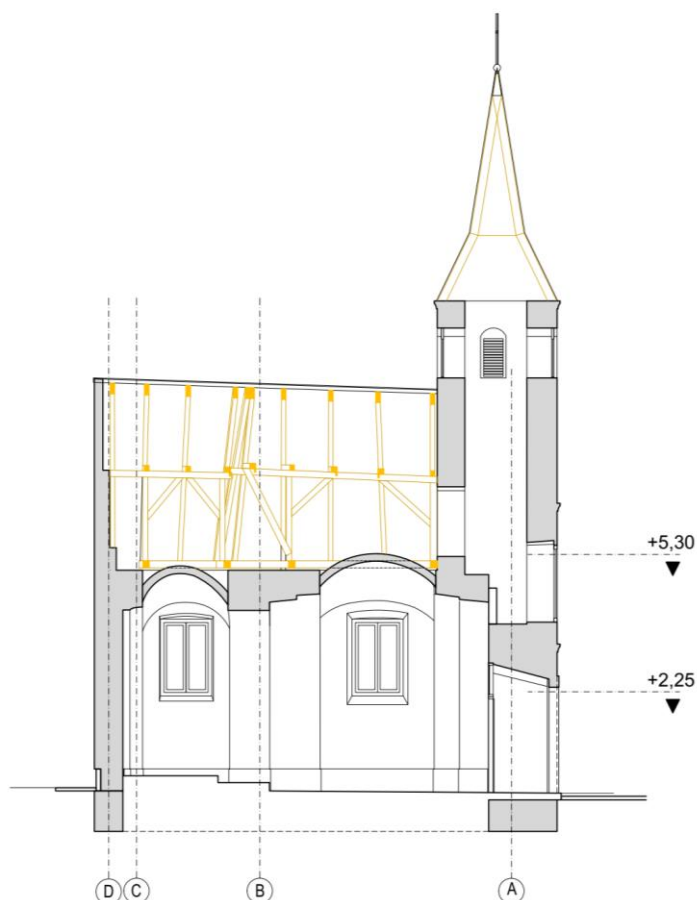
Slika 2-5 Tlocrt na koti +2,25 m

Krovšte iznad broda izvedeno je kao dvostrešno u nagibu od 42°, tlocrtnih dimenzija 8,6x9,8 m. Krovšte broda je konstruktivnog sustava dvostruke visulje, raspona 6,0 m i visine 3,6 m. Puni vezovi visulje nalaze se na osnom razmaku od 1,50 – 3,25 m, dok su rogovi na osnim razmacima 80-120 cm. Vez visulje sastoji se od stupova, vezne grede, rogova, kosnika i razupore. Stabilizacija krovšta u uzdužnom smjeru ostvarena je rukama na svakom stupu punog veza, a u poprečnom smjeru izvedbom kosnika u sustavu visulje. Dijelovi krovne konstrukcije dostupni vizualnim pregledu izvedeni su od crnogorice klasičnom tesarskom tehnikom. Vidljiva drvena građa je izrazito suha i slabe kakvoće s izraženim pukotinama i lokalnim deformacijama nosivog sustava. Opće stanje drvene konstrukcije je izrazito loše i nezadovoljavajuće. Pokrov kapele izveden je od biber crijepa.

Temelji kapele izvedeni su od kamenih blokova dubine 30 cm mjereno od razine terena, dok im je širina jednaka širini zida.

Prilikom pregleda za potrebe izrade ovog Projekta sve hitne mjere su izvedene, a koje su uključivale stabilizaciju i mjere sprječavanja urušavanja nestabilnih dijelova građevine, popravak svih pukotina te injektiranja kamenog zida. Dokumentom *Elaborat radova obnove – faza 1 kapele Sv. Križa, Veliki vrh 57a, Zagreb* (Urbane ideje d.o.o., svibanj 2023., 57/2023-UI) utvrđena su kritična oštećenja građevine koja izravno ugrožavaju mehaničku otpornost i stabilnost građevine, te su dana rješenja – hitne mjere sanacije – kojima se ista uklanjaju. Nakon provedenih hitnih mjera stabilizacije i zaštite, kapela se i dalje ne može upotrebljavati.

Sadašnja kapela sagrađena je 1876. godine, ali je 1880. stradala u potresu. Nakon godinu dana je obnovljena, a 1901. godine srušio se toranj. Za predmetnu građevinu ne postoji detaljniji podaci iz kojih bi se mogla očitati povijesti izgradnje i obnove.



Slika 2-6 Uzdužni presjek kroz kapelu

U brzom pregledu utvrđeno je niz oštećenja konstrukcije karakterističnih za djelovanje potresa, a na temelju kojih je ustanovljeno da je građevina značajno oštećena. Uslijed cikličnog djelovanja potresa došlo je do aktivacije horizontalne komponente sile od težine svodova i prekoračenja vlačne čvrstoće osnovnog i vezivnog materijala te izmicanja oslonaca svodova. To je rezultiralo velikim pukotinama i raspucavanjem dijelova svodova. Također, značajno oštećenje pretrpio je toranj na kojem je jasno uočljiva klizna ploha koja se otvorila uslijed posmičnog sloma зида. Uz navedena oštećenja konstruktivnih elemenata, zabilježena su i oštećenja nekonstruktivnih elemenata, kao što su otpadanje žbuke na fasadi te pukotine na žbuci na unutarnjim zidovima.

Prema Tehničkom propisu o izmjenama i dopunama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije – Prilog III, Razine obnove potresom oštećenih konstrukcija zgrada u odnosu na mehaničku otpornost i stabilnost (NN 17/17, 75/20, 7/22) te prema Zakonu o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (NN 21/23), izvodi se pojačanje konstrukcije kojim se postiže mehanička otpornost i stabilnost zgrade na potresno djelovanje – razina 3. Navedena razina podrazumijeva pojačanje potresom oštećene građevinske konstrukcije zgrade uz pojačanja kojima se postiže mehanička otpornost i stabilnost zgrade na potresno djelovanje za poredbenu vjerojatnost premašaja od 20% u 50 godina (povratni period 225 god.) za granično stanje znatnog oštećenja.

2.3 Pojačano stanje

U nastavku su opisani, a potom i proračunski dokazani zahvati kojima se osigurava ispunjavanje temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine.

Toranj

Osnovni zahvati kojima se utječe na poboljšanje globalne stabilnosti tornja su pojačanje vanjskog lica zidova sustavom armirane žbuke (CRM) u kombinaciji s čeličnim prstenovima prema shemi danoj u grafičkim prilogima. Na istočnom zidu tornja u nivou krovništva izvodi se armiranobetonska obloga debljine 16 cm s vutama na krajevima dimenzija 50x50x16 cm, kojim se osigurava pravilan prijenos potresnih djelovanja s tornja na zidani luk na koji se toranj oslanja. Obloga prati postojeće arhitektonsko oblikovanje zida (profilacije, niše, otvori i slično). Sprezanje postojećih zidova s armiranobetonskom oblogom izvodi se ugradnjom povinutih armaturnih šipki Ø10 (4 kom/m²). Kvaliteta betona je C25/30.

Čelični prstenovi debljine $t = 8$ mm, prate postojeće arhitektonsko oblikovanje zidova (profilacije, niše, otvori i slično) te im se visina razlikuje ovisno o poziciji na tornju. Povezivanje limova s postojećim opečnim zidom ostvaruje se prolaznim navojnim šipkama M16/50 cm, kvalitete 5.6 kemijskim sidrenim u postojeće žide. Na koti +4,00 m unutar tornja izvodi se armiranobetonska ploča debljine 16 cm koja prati postojeće arhitektonsko oblikovanje te se povezuje sa novom armiranobetonskom pločom iznad broda kapele.

Na vrhu tornja, ispod kape, izvodi se armiranobetonski horizontalni serklaž $b/h = 30/20$ cm kojeg je potrebno svakih 80 cm sidrenim ankerima Ø16 i duljine 50 cm kemijski sidriti u opečni zid. Prije izvođenja navedenih zahvata predviđa se demontaža kape tornja i njeno privremeno deponiranje na gradilištu.

Krovište

Analizom postojećeg stanja utvrđeno je da drvena konstrukcija krovništva ne zadovoljava osnovne uvjete nosivosti i uporabljivosti te se čitava postojeća konstrukcija krovništva zamjenjuje novom. Novo krovništvo kapele izvodi se kao dvostrešno u nagibu od 53°, tlocrtnih je dimenzija 8,6x9,8 m. Konstruktivni sustav krovništva čine rogovi koji se oslanjanju jednom stranom na nazidnicu te drugom na sljemenu gredi, s rasponom između nazidnica od 5,10 i 7,00 m te visinom od 3,35 m. Sljemena greda pridržana je rukama i oslanja se na čeličnu papuču izvedenu od lima debljine 8 mm, koja je preko čelične ploče debljine 15 mm, kemijski usidrena u zabatne zidove s navojnim šipkama M16 i duljine 20 cm. Spoj sljemene grede i čelične papuče izvodi s navojnim šipkama 2M16 duljine 25 cm.

Dimenzije rogova su $b/h = 12/16$ cm, sljemene grede $b/h = 16/20$ cm, ruku $b/h = 16/12$ cm i nazidnica $b/h = 16/16$ cm. Rogovi se nalaze na osnim razmacima od 85 cm. Iznad sakristije, rogovi su dimenzija $b/h = 12/16$ cm i povezani su s rogovima iznad broda. Globalna stabilnost konstrukcije krovništva u poprečnom smjeru osigurana je oblikom krovništva, dok je uzdužna stabilnost osigurana punoplošnim podaskanjem, odnosno sljemenom gredom koja je usidrena u zid tornja i zabatni zid. Novo krovništvo izvodi se u kvaliteti drvene građe C24.

Drvena konstrukcija kape tornja koja je bila dostupna vizualnom pregledu, izvedena je od tvrdog drveta s dobrom kvalitetom izvedbe. Spojevi drvenih elemenata dodatno su osigurani čeličnim skobama. Predviđa se demontaža kape tornja i dodatna provjera kvalitete i kakvoće drvenih elemenata uz lokalno pojačanje ili potpunu zamjenu ukoliko se to pokaže neophodnim. Također, prilikom ponovne montaže kape tornja, ista se sidrenim ankerima Ø16 duljine 50 cm kemijski sidri u novi armiranobetonski horizontalni serklaž i opečni zid te je potrebno međusobni spoj s horizontalnim serklažem hidroizolirati.

Istočni zabatni zid se razgrađuje i ponovno prezidava opekom u sustavu omeđenog зида debljine 30 cm, s kosim serklažima po vrhu zabata dimenzija $b/h = 30/25$ cm te horizontalnim i vertikalnim serklažima dimenzija $b/h = 30/25$ cm prema shemi iz nacрта.

Kapela

Osnovni zahvat kojim se povećava globalna potresna otpornost tijela kapele je izvedba punoplošne armirane žbuke u sustavu CRM. Tom zahvatu, kojim se značajno pospješuje posmični/vlačni kapacitet ziđa, prethodi čišćenje i ponovno fugiranje opečnog ziđa.

Osnovni problem građevine je nepostojanje horizontalne krute dijafragme koja povezuje međusobno sve zidove konstrukcije i omogućuje približno sandučasto ponašanje, čime se ravnomjerno raspoređuju horizontalne sile uslijed djelovanja potresa, odnosno ukupna potresna sila se raspoređuje na svaki od zidova u omjeru njihove krutosti. Kako bi se približila konstrukcija predmetne građevine ovoj vrsti ponašanja, predviđa se izvedba armiranobetonske ploče debljine 16 cm s uštedama na mjestima tjemena postojećih svodova te armiranobetonskih horizontalnih serklaža $b/h = 40/30$ cm iznad vijenca zidova broda. Sidrenje horizontalnog serklaža u opečni zid izvodi se kemijskim sidrenjem s ankerima $\varnothing 16/80$ cm. Ploču armirati prema dijagramima armature iz proračuna. Razred betona nove ploče i serklaža je C25/30.

Svodovi i lukovi broda pojačavaju se FRCM-om izvedenim na ekstradosu. Prostor između svodova i nove armiranobetonske ploče zapunjava se laganim perlit betonom. Pojačanje trijumfalnog luka i luka iznad ulaznih vrata izvodi se po intradosu čeličnim limovima debljine $t = 8$ mm koji se povezuju sa zidanom građom navojnim šipkama M20, kv. 5.6, $L = 50$ cm te kemijskim sidrenjem. Navojne šipke na poziciji tjemena luka prolaze kroz luk te se preko kontra pločice $a/b/t = 200/200/10$ mm sidre na ekstradosu. Opisana pojačanja svodova i lukova doprinose povećanju otpornosti na ciklička potresna djelovanja te očuvanju cjelovitosti lučnih konstrukcija. U pete luka na koji se oslanja istočni zid tornja, na visini od cca 3,25 m ugrađuje se prednapeta čelična zatega promjera $\varnothing 20$ s prednaponom od 5 kN.

Sve pukotine zidova i svodova veće od 1,5 mm zapunjavaju se reparaturnim mortom. Lokalno, na mjestima pukotina, predviđa se šivanje inox sidrima prema detalju prikazanom u grafičkom prilogu ovog projekta.

Predviđa se potpuno uklanjanje konstrukcije sakristije koja je znatno oštećena te ponovna izvedba sa zadržanom geometrijom i oblikovanjem. Nova konstrukcija izvodi se u sustavu omeđenog ziđa od opeke debljine 40, 60 i 65 cm te vertikalnih i horizontalnih serklaža. Zidovi sakristije dilatiraju se od broda kapele. U razini uklonjenih svodova izvodi se nova AB ploča debljine $d = 16$ cm koja se povezuje sa postojećim zidovima broda kemijskim sidrenjem ankerima $\varnothing 16/30$ cm. Razred betona nove ploče i serklaža je C25/30.

Temelji i podna ploča

Temelji sakristije izvode se kao armiranobetonska temeljna ploča debljine 30 cm, koja se spaja s postojećim temeljima kapele sidrenim ankerima $\varnothing 25/50$ cm.

S ciljem povezivanja dna zidova te osiguranja jednolikog prijenosa vertikalnog opterećenja na temeljno tlo, u cijeloj se kapeli izvodi podna ploča debljine 16 cm. Podna ploča izvodi se na sloj prethodno zbijenog nasipa tucanika (minimalne zbijenosti 30 MPa) te se izvodi spojeno bez dilatacije, uz sidrenje u sve okolne temeljne sklopove armaturnim šipkama $\varnothing 20$ svakih 1,0 m prema shemi u grafičkom prilogu. Razred betona podne ploče i temelja sakristije je C25/30.

2.4 Tehnički dio

Djelovanja na konstrukciju

Prilikom proračuna, u obzir se uzimaju sva predviđena djelovanja, sukladno namjeni građevine: stalno i uporabno djelovanje, snijeg, vjetar i potres. Detaljan prikaz djelovanja na konstrukciju dan je u poglavlju 5.1 Ulazni podaci - analiza djelovanja na konstrukciju.

Materijal, klase izloženosti i zaštitni sloj

Beton:	C25/30	(HRN EN 206-1:2006)
Perlit beton:	1000 kg/m ³	
Armatura:	B500A, B500B	(HRN EN 10080:2005)
Zaštitni slojevi:	temelji i elementi u kontaktu s tlom	c = 4,0 cm
	ostalo	c = 2,5 cm
Čelik:	S355J2	(HRN EN 10025-1:2006)
	5.6	navojne šipke za spoj beton-beton, beton-čelik, čelik-drvo (DIN 976-1)
Inox:	1.4301	štapna sidra
Drvo:	C24	novi i zamjenski elementi (HRN EN 14080:2006)

Norme za proračun

Važeća tehnička regulativa za sve elemente konstrukcije su norme niza EN (Euronorme), uz primjenu važećih nacionalnih dodataka (NA). Sve norme za proračun su navedene u pripadajućem *Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22)*.

Izvedba konstrukcije

Svi nadzemni armiranobetonski elementi svrstavaju se u razred okoliša XC1, dok se podzemni AB elementi svrstavaju u razred okoliša XC2.

Čelični elementi konstrukcije izrađuju se u zavarenoj izvedbi te potom montiraju na gradilištu. Zavari su zaokruženi, kompaktni, bez naprslina i nepropusni i u svemu moraju zadovoljavati zahtjeve kvalitete prema normi HRN EN ISO 5817. Klasa izvedbe: EXC2.

Elementi drvene konstrukcije moraju biti označeni smjerom montiranja ako to nije jasno vidljivo iz njihovog oblika. Prilikom transporta do gradilišta i po gradilištu te prilikom montaže potrebno je u svemu se pridržavati zahtjeva iz projekta drvene konstrukcije i osigurati da se drvni proizvodi i predgotovljeni elementi ne dovedu u položaj neusklađen s projektom koji bi mogao prouzročiti prekoračenje naprezanja u odnosu na ona u eksploataciji, gubitak stabilnosti elementa ili prevrtanje. Tijekom izvođenja drvena konstrukcija mora biti osigurana od opterećenja prouzročenih samom izvedbom (uključujući od opreme koja se koristi pri izvođenju ili samih postupaka izvedbe) kao i od utjecaja vjetra ili nedovršenosti konstrukcije u skladu s projektom drvene konstrukcije. Sva se privremena učvršćenja i pridržanja moraju ostaviti u drvenoj konstrukciji dok drvena konstrukcija ne bude izvedena do onog stupnja koji dopušta njihovo sigurno uklanjanje.

Antikorozivna zaštita (AKZ)

Predviđena je AKZ čelične konstrukcije u klasi C2 za blagi okoliš s mogućnošću kondenzacije. Postupak premazivanja predviđa: odmašćivanje, čišćenje i ispiranje te premazivanje zahtijevanim premazima. Hladni premazi moraju u svemu zadovoljavati zahtjeve niza normi HRN EN ISO 12944 te norme HRN ISO 19840. Pri montaži, prihvatna užad mora biti od nemetala (gurtne), koji ne oštećuje slojeve AKZ na konstrukciji. Svi vanjski elementi čelične konstrukcije svrstavaju se u klasu izloženosti C3 za srednje agresivan okoliš. Po završetku radova, izvođač je dužan popraviti sva oštećenja na AKZ.

Održavanje i vijek trajanja

Radnje u okviru održavanja konstrukcije treba provoditi prema Pravilniku o održavanju građevine (NN 122/14, 98/19) i Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20, 7/22) s pripadnim pravilnicima i normama. Predviđeni vijek trajanja građevine je 50 godina. Osnovne preglede konstrukcije kapele provoditi jednom godišnje, a glavne jednom u 10 godina.

Utjecaj namjene i načina uporabe te okoliša na građevinu

Projektom cjelovite obnove, mapom 2 u obzir su uzeta sva predvidiva opterećenja prema aktualnim normama – utjecaj atmosferilija, odnosno uporabnog opterećenja uzeti su u obzir pri proračunu i dimenzioniranju novih i postojećih elemenata konstrukcije. Izvedba nove fasade, pokrova te završne obloge podova te njihovo međudjelovanje s okolišem i uporabnim opterećenjem detaljno su obrađeni mapom 1.

Zaštita na radu

Prilikom izvođenja obavezno je pridržavati se odredbi zaštite na radu. Sve elemente konstrukcije, potrebno je u fazi montaže podupirati kako bi se osigurala globalna i lokalna stabilnost konstrukcije i njenih elemenata.

Ostale napomene

Prije izrade drvene i čelične konstrukcije izvođač je dužan izraditi radioničku dokumentaciju koju ovjerava projektant. Sheme i projekte podupiranja izrađuje izvođač, a ovjerava projektant konstrukcije. Obavezna je kontrola izvođenja od strane nadzornog inženjera za konstrukciju.

Sav ugrađeni materijal treba biti međusobno kompatibilan, kompatibilan sa zatečenim materijalima i mora odgovarati važećim standardima te posjedovati ateste. Radovi se moraju izvoditi prema uputama proizvođača ili tehničkim rješenjima danim u nastavku Projekta.

Prije početka radova potrebno je obavijestiti nadležno tijelo iz područja zaštite kulturnih dobara.

Za izradu ovog Projekta korišteno je sljedeće:

Dokumentacija:

1. Arhitektonska snimka zatečenog stanja (Institut IGH d.d., srpanj 2022., 72140-395/22)
2. Detalji pregled kapele nakon potresa 22.03.2020. - Prijedlog sanacije oštećenih elemenata zgrade – I faza (Arbi d.o.o., svibanj 2020., 19-b/2020)
3. Elaborat radova obnove – faza 1 kapele Sv. Križa, Veliki vrh 57a, Zagreb (Urbane ideje d.o.o., svibanj 2023., 57/2023-UI)
4. Izvještaj o provedenim istražnim radovima (Examen Lab d.o.o., svibanj 2023., EL-230512-01)
5. Geotehnički izvještaj za projekt obnove konstrukcije (Institut IGH d.d., listopad 2022., 72150-164/22)

Literatura:

1. Državna geodetska uprava, katastar.hr
2. <https://ika.hkm.hr/>
3. Geoportal kulturnih dobara RH, <https://geoportal.kulturnadobra.hr/>
4. Cangì, G. (2012) *Manuale del Recupero strutturale e antisismico*. Rim
5. Sorić, Z. (2016) *Zidane konstrukcije*. Zagreb
6. Borri, A. et Al. (2011) *Manuale delle Murature storiche, Analisi e valutazione del compatimento strutturale*, Rim

Propisi i norme:

1. Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
2. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22)
3. Zakon o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (NN 21/23)
4. Pravilnik o sadržaju i tehničkim elementima projekata obnove, projekta za uklanjanje zgrade, projekta za građenje zamjenske obiteljske kuće i projekta za građenje višestambene i stambeno-poslovne zgrade oštećene potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (NN 28/23)
5. Program mjera obnove zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije (NN 28/23)
6. HRN EN 1990 – Osnove projektiranja konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodatkom
- norma HRN EN 1990/NA
7. Niz normi HRN EN 1991 – Djelovanja na konstrukcije s pripadnim nacionalnim dodacima
- niz normi HRN EN 1991/NA
8. Niz normi HRN EN 1992 – Projektiranje betonskih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima
- niz normi HRN EN 1992/NA
9. Niz normi HRN EN 1993 – Projektiranje čeličnih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima
- niz normi HRN EN 1993/NA
10. Niz normi HRN EN 1995 – Projektiranje drvenih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima
- niz normi HRN EN 1995/NA
11. Niz normi HRN EN 1996 – Projektiranje zidanih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima
- niz normi HRN EN 1996/NA
12. Niz normi HRN EN 1998 – Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1998/NA

Zagreb, studeni 2023.

Projektant :
Juraj Pojatina, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Juraj Pojatina
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3870

3 Program kontrole i osiguranja kvalitete

3.1 Opći podaci i definicije

Primjena općih tehničkih uvjeta

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevina.

Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19). Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

Investitor je dužan:

- projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti
- prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu
- osigurati stručni nadzor nad građenjem
- po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole
- pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu

Izvođač je dužan:

- graditi u skladu sa građevnom dozvolom, i drugim dokumentima koji su njoj prethodili - posebnim suglasnostima za gradnju, projektima na osnovi kojih je izdana građevna dozvola
- radove izvoditi na način da zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva.
- ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima sukladno propisima i normama.
- osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme

Dokumentacija:

Da bi se osigurao ispravan tok i kvaliteta građenja, Izvođač mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumentaciju za građenje i pridržavati se nje kako slijedi:

- građevinsku dozvolu i dokumentaciju koja je njoj prethodila (suglasnosti)
- uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu
- rješenja o imenovanju odgovornih osoba
- elaborat o organizaciji gradilišta sa mjerama zaštite na radu i zaštite od požara.
- zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja
- dokumentaciju o kvaliteti radova i ugrađenog materijala i opreme (atesti, uvjerenja certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito:
- izvještaje o svim ispitivanjima koja su provedena po nalogu ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

Kontrolna ispitivanja:

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuje u građevinu mora se cijelo vrijeme građenja voditi evidencija te sačiniti izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala sukladno projektu, ovom programu ili citiranim pravilnicima, normama i standardima.

Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati slijedeće dijelove:

- Naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzoraka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzoraka te izvršenih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uzorci, odnosno vrši ispitivanje.
- Prikaz svih rezultata, laboratorijskih, terenskih ispitivanja za koja se izdaje ocjena kvalitete.
- Ocjenu kvalitete i mišljenje o pogodnosti (uporabljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojega vrijedi izvješće.

Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnu dokumentaciju (građevinski dnevnik)

Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda ili poluproizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine.

Za materijale koji podliježu obveznom atestiranju mora se izdati atestna dokumentacija sukladno propisima. Sva izvješća, atesti i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti i nadzornom inženjeru.

Po završetku svih radova izvođač je obavezan izraditi elaborat izvedenog stanja građevine i katastra podzemnih instalacija.

Standardi

Nabavku opreme i materijala izvoditelj mora usuglasiti s ovim specifikacijama i važećim standardima:

- HRN (i privremeno preuzet JUS).
- HRN EN (Hrvatske norme – preuzete europske norme)

Ukoliko neki radovi nisu obuhvaćeni ovim standardima, mjerodavni će biti:

- Međunarodne Organizacije za Standardizaciju ISO
- Njemačke Industrijske Organizacije DIN

3.2 Zemljani radovi

Prije početka gradnje zemljište se mora očistiti od raslinja, smeća i otpadaka. To se isto odnosi na dio zemljišta na kojem je bila prethodno konstrukcija, a srušena je kako bi sad na istom mjestu gradila nova.

Tlo na mjestu građenja potrebno je isplanirati i iskolčiti. Prilikom iskopa izvođač je dužan obavijestiti geomehaničara koji mora izvršiti kontrolu svojstava tla i napraviti kontrolu statičkog proračuna.

Potrebno je napraviti i kontrolu geometrije i kvalitete gradiva postojeće temeljne konstrukcije. Ako se ustvrdi da geometrija odstupa od pretpostavki potrebno je napraviti dodatnu kontrolu statičkog proračuna.

Sve iskope potrebno je izvesti po projektu s bočnim odsijecanjem i zaštitom bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja zemljišta prilikom njihova betoniranja. Sve radove, kontrolu i potvrdu parametara izvođač, geomehaničar i nadzorni inženjer su dužni upisati u građevinski dnevnik. Kod zatrpavanja i nasipanja prostora oko temelja do nivoa tla potrebno je nasipavati i nabijati u slojevima po 30 cm.

Na kraju je potrebno obaviti planiranje zemljišta, zatrpavanje svih jama i uklanjanje svega nepotrebnog s gradilišta.

3.3 Betonski i armiranobetonski radovi

Beton proizveden prema odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20, 7/22) i ovih tehničkih uvjeta ugrađuje se u betonsku konstrukciju prema projektu, normi HRN EN 13670 te HRN EN 13670/NA, normama na koje ta norma upućuje. U glavnom projektu je specificiran razred tlačne čvrstoće i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206:2016.

Izvođač mora prema normi HRN EN 13670:2010 prije početka ugradnje provjeriti je li beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670:2010 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača.

- Ako je količina ugrađenog betona veća od 100 m³, za svakih slijedećih ugrađenih 100 m³ uzima se po jedan dodatni uzorak betona.
- Podaci o istovrsnim elementima betonske konstrukcije izvedenim od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača evidentiraju se uz navođenje podataka iz otpremnice tog betona, a podaci o uzimanju uzoraka betona evidentiraju se uz obvezno navođenje oznake pojedinačnog elementa betonske konstrukcije i mjesta u elementu betonske konstrukcije na kojem se beton ugrađivao u trenutku uzimanja uzoraka.
- Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se odgovarajućom primjenom kriterija norme HRN EN 206:2016 »Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ugrađenog u pojedini element betonske konstrukcije u slučaju sumnje, provodi se kontrolnim ispitivanjem na mjestu koje se određuje na temelju podataka iz točke d.2.

Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1:2019 i ocjenu sukladnosti prema HRN EN 13791:2019.

Materijali za spravljanje betona moraju biti u skladu sa slijedećim propisima i normama:

Cement:

Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20, 7/22).

Kontrola cementa provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za predgotovljene elemente i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206:2016.

Agregat:

HRN EN 12620:2008 Agregati za beton

HRN EN 13055:2016 Lagani agregati: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje

Voda:

HRN EN 1008:2002 Voda za pripremu betona –

Specifikacija za uzrokovanje, ispitivanje i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona kao vode za pripremu betona

Dodaci betonu moraju zadovoljavati uvjete kvalitete prema HRN EN 480. Za upotrebu bilo kojeg dodatka betonu mora se pribaviti mišljenje projektanta konstrukcije.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti betona određuje se odnosno provode prema normi HRN EN 206:2016 Beton - Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost.

Tehnička svojstva betona moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu betona i moraju biti specificirane prema normi HRN EN 206:2016.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstva svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstva očvrstelog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje otpornosti betona na smrzavanje i odmrzavanje provodi se prema normama HRN CEN/TR 15177:2006.

Isporuka svježeg betona

Informacije korisnika betona proizvođaču

Korisnik će usuglasiti s proizvođačem:

datum isporuke,

vrijeme i

količinu,

posebni transport na gradilište,

posebne postupke ugradnje,

ograničenjima vozila isporuke, npr. tipa veličine, visine ili bruto težine.

Informacije proizvođača betona korisniku

Kada naručuje beton, korisnik će zahtijevati informacije o sastavu mješavine betona radi primjene pravilne ugradnje i zaštite svježeg betona i utvrđivanja razvoja čvrstoće betona.

Te informacije mora na zahtjev korisnika dati proizvođač prije isporuke betona, već prema tome kako odgovara korisniku.

Kad je posrijedi tvornički proizvedeni beton, informacije, kad se zatraže, mogu također biti dane i referencama proizvođačeva kataloga sastava mješavina betona, u kojima su iskazane pojedinosti o klasama čvrstoće, klasama konzistencije, težina mješavine i drugi mjerodavni podaci.

Informacije za utvrđivanje vremena zaštite betona prema razvoju čvrstoće mogu biti iskazane nazivima iz tablice 2 ili krivuljom razvoja čvrstoće betona pri 20°C između 2 i 28 dana.

Tablica 2. Razvoj čvrstoće betona pri 20°C

Razvoj čvrstoće	Omjeri čvrstoće - σ_2 / σ_{28}
Brz	> 0,5
Srednji	> 0,3 < 0,5
Polagan	> 0,15 < 0,3
Vrlo polagan	< 0,15

Omjer čvrstoće kao indikator razvoja čvrstoće jest omjer srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 2 dana σ_2 i srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 28 dana σ_{28} utvrđen početnim ispitivanjima ili zasnovan na poznatim svojstvima betona komparabilnog sastava.

U ovim početnim ispitivanjima uzorke za utvrđivanje čvrstoće treba praviti, njegovati i ispitivati prema HRN EN 12350-1:2019, HRN EN 12390-1:2012, HRN EN 12390-2:2019 i HRN EN 12390-3:2019.

Proizvođač treba informirati korisnika o zdravstvenom riziku koji se može pojaviti tijekom rukovanja betonom.

Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton

Pri isporuci betona proizvođač mora dostaviti korisniku otpremnicu za svaku transportnim sredstvom isporučenu količinu betona, na kojoj su otisnute, utisnute ili upisane najmanje sljedeće informacije:

- ime tvornice betona,
- serijski broj otpremnice,
- datum i vrijeme utovara, tj. vrijeme prvog kontakta cementa i vode,
- broj vozila,
- ime kupca,
- ime i lokacija gradilišta,
- detalji ili reference uvjeta, npr. kodni broj, redni broj,
- količina betona u m³,
- deklaracija sukladnosti s referentnim uvjetima kvalitete i EN 206:2016,
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno,
- vrijeme kad beton stiže na gradilište,
- vrijeme početka istovara,
- vrijeme završetka istovara.

Otpremne informacije za gradilišni beton

Odgovarajuća informacija tražena potpoglavljem 2.1.3. za otpremnicu betona mjerodavna je i za beton proizveden na velikom gradilištu ili kad uključuje više tipova betona.

Konzistencija pri isporuci

Općenito je svako dodavanje vode ili kemijskih dodataka pri isporuci zabranjeno. U posebnim slučajevima voda ili kemijski dodaci mogu biti dodani kad je to pod odgovornošću proizvođača i primjenjuje se za dobivanje uvjetovane vrijednosti konzistencije, osiguravajući da uvjetovane granične vrijednosti nisu prekoračene i da je dodatak kemijskog dodatka uključen u projekt betona. Količina svakog dodatka vode ili kemijskog dodatka dodana u vozilo (mikser) mora biti upisana u otpremni dokument u svim slučajevima.

Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima ocjene sukladnosti radi provjere sukladnosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje.

Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima.

Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u normi HRN EN 206:2016 i odredbama ovog poglavlja projekta .

Mjesto uzimanja uzoraka za ispitivanje sukladnosti treba odabrati tako da se mjerodavna svojstva betona i sastav betona značajnije ne mijenjaju od mjesta uzorkovanja do mjesta isporuke.

Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti. Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima ocjene sukladnosti.

Kontrola proizvodnje

Proizvođač je odgovoran za besprijekorno upravljanje proizvodnjom betona. Sav beton mora biti predmet kontrole proizvodnje. Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u sukladnosti s uvjetovanim svojstvima. To uključuje:

- izbor materijala,
- projektiranje betona,
- proizvodnju betona,
- preglede i ispitivanja,
- uporabu rezultata ispitivanja sastavnih materijala, svježeg i očvrslog betona i opreme
- kontrolu sukladnosti.

Sustav kontrole proizvodnje treba sadržavati odgovarajuće dokumentirani postupak i upute. Taj postupak i upute treba po potrebi utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u tablicama 22, 23 i 24 norme HRN EN 206:2016. Namjeravanu učestalost ispitivanja i nadzora treba dokumentirati. Rezultate ispitivanja i kontrola treba evidentirati izvještajima.

Svi mjerodavni podaci o kontroli proizvodnje trebaju biti zapisani (sadržani u izvještajima). Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godina, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima te mora provoditi:

- početno ispitivanje kad je traženo
- kontrolu proizvodnje
- kontrolu sukladnosti

Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone klase iznad C16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo.

Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

Skele i oplata

Osnovni zahtjevi

Skele i oplata, uključujući njihove potpore i temelje, treba projektirati i konstruirati tako da su:

- otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe,
- dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljenje tolerancija uvjetovanih za konstrukciju i spriječe oštećivanje konstrukcije.
- oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplata te njihovim uklanjanjem.
- skele i oplata moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme.

Općenito

Može se upotrijebiti svaki materijal koji će ispuniti uvjete konstrukcije. Moraju zadovoljavati odgovarajuće norme za proizvod ako postoje. U obzir treba uzeti svojstva posebnih materijala.

Oplatna ulja

Oplatna ulja treba odabrati i primijeniti na način da ne štete betonu, armaturi ili oplati i da ne djeluju štetno na okolinu. Nije li namjerno specificirano, oplatna ulja ne smiju štetno utjecati na valjanost površine, njezinu boju ili na posebne površinske premaze. Oplatna ulja treba primjenjivati u skladu s uputama proizvođača ili isporučitelja.

Skele

Projekt skele treba uzeti u obzir deformacije tijekom i nakon betoniranja kako bi se izbjegle štetne pukotine u mladom betonu. To se može postići:

- ograničenjem progibanja i/ili slijeganja,
- kontrolom betoniranja i/ili specificiranjem betona npr. usporavanjem ugradnje.

Oplate

Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok ne očvrstne.

Oplata i spojnice između elemenata trebaju biti dovoljno nepropusni da spriječe gubitak finog morta.

Oplatu koja apsorbira značajniju količinu vode iz betona ili omogućava evaporaciju treba odgovarajuće vlažiti da se spriječi gubitak vode iz betona, osim ako nije za to posebno i kontrolirano namijenjena.

Unutarnja površina oplate mora biti čista. Ako se koristi za vidni beton, njezina obrada mora osigurati takvu površinu betona.

Površinska obrada

Posebnu površinsku obradu betona, ako se traži, treba utvrditi projektnim specifikacijama.

Za prihvaćanje zadane kvalitete površinske obrade mogu biti uvjetovani pokusni betonski paneli.

Vrsta i kvaliteta površinske obrade ovise o tipu oplate, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima), izvedbi i zaštiti tijekom izvedbe.

Oplatni ulošci i nosači

Privremeni držači oplate, šipke, cijevi i slični predmeti koji će se ubetonirati u sklop koji se izvodi i ugrađeni elementi kao npr. ploče, ankeri i distanceri trebaju:

- biti čvrsto fiksirani tako da očuvaju projektirani položaj tijekom betoniranja,
- ne uzrokovati neprihvatljive utjecaje na konstrukciju,
- ne reagirati štetno s betonom, armaturom ili prednapetim čelikom,
- ne uzrokovati neprihvatljivi površinski izgled betona,
- ne štetiti funkcionalnosti i trajnosti konstrukcijskog elementa.

Svaki ugrađeni dio treba imati dovoljnu čvrstoću i krutost da zadrži oblik tijekom betoniranja. Ne smije sadržavati tvari koje mogu štetno djelovati na njih same, beton ili armaturu.

Udubljenja ili otvore za privremene radove treba zapuniti i završno obraditi materijalom kakvoće slične okolnom betonu, osim ako ne ostaju otvoreni ili im je drugi način obrade specificiran.

Otpuštanje skela i uklanjanje oplata

Skele ni oplata se ne smiju uklanjati dok beton ne dobije dovoljnu čvrstoću:

- otpornu na oštećenje površine skidanjem oplata,
- dovoljnu za preuzimanje svih djelovanja na betonski element u tom trenutku,
- da izbjegne deformacije veće od specificiranih tolerancija elastičnog ili neelastičnog ponašanja betona.

Uklanjanje oplata treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preoptereti i ne ošteti.

Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preopterete. Stabilnost skela i oplata treba održavati pri oslobađanju i uklanjanju opterećenja.

Postupak podupiranja ili otpuštanja kad se primjenjuje za reduciranje utjecaja početnog opterećenja, sukcesivno opterećenje i/ili izbjegavanje velike deformacije treba detaljno utvrditi.

Armatura i ugradnja armature

Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670, normama na koje ta upućuje.

Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje, projekta betonske konstrukcije te odredbama ovoga Priloga.

Izvođač mora prema normi HRN EN 13670 prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja armature došlo do njezinog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije. Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

- provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za armiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije
- provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te u skladu s Prilozima »B« te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

Materijali

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete HRN EN 10080 i uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv.

Sidreni i spojni elementi trebaju zadovoljavati uvjete EN 1992-1-1, priznatih propisa navedenih u TPGK i uvjete projekta.

Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih.

Galvanizirana armatura može se koristiti samo u betonu s cementom koji nema štetnog djelovanja na vezu s galvaniziranom armaturom.

Za sve čelike izvođač treba pribaviti ateste koji nisu stariji od 6 mjeseci. Nadzorni inženjer treba upisom u dnevnik potvrditi da li su isporučeni čelici odgovarajuće kakvoće i dozvoliti ugradnju u armiranobetonsku konstrukciju. Za čelike koji su dopremljeni na gradilište ili centralno savijalište bez odgovarajućih atesta ili certifikata ne smiju se ugrađivati dok se ne provede naknadno atestiranje.

Nastavljanje armature zavarivanjem mogu obavljati samo atestirani varioci za tu vrstu zavarivanja, sa atestom ne starijim od 1 godine. Izvoditelj mora voditi dnevnik zavarivanja s podacima – ime varioca, način zavarivanja, proizvođača, vrstu i šaržu elektrode te poziciju na kojoj se prema planu armature radilo. Nadzorni inženjer treba utvrditi da se izvoditelj pridržava ovih uvjeta i odobriti način nastavljanja zavarivanjem.

Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje

Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome:

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,
- savijanje čelika pri temperaturi ispod -5°C , ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja,
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama.

Promjer trna za savijanje šipki treba biti prilagođen stvarnom tipu armature.

Betoniranje

Uvjeti kakvoće betona

Beton mora biti proizveden prema uvjetima iz HRN EN 206:2016.

Isporuka, preuzimanje i gradilišni prijevoz svježeg betona

Nadzor i kontrolu kakvoće treba provesti na mjestu ugradnje i to najmanje u opsegu definiranom ovim tehničkim uvjetima. Među ostalim treba provjeriti otpremni dokument i paraom potvrditi izvršeni nadzor.

Kontrola prije betoniranja

- Treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovim projektom, a ako ne postoji projekt a prema složenosti izvedbe je neophodan, potrebo ga je izraditi.
- Treba po potrebi izvesti početno ispitivanje betoniranja pokusnom ugradnjom i to prije izvedbe dokumentirati.
- Sve pripremne radnje treba provjeriti i dokumentirati prema ovim uvjetima prije no što ugradnja betona počne.
- Konstrukcijske spojnice moraju biti čiste i navlažene. Oplatu treba očistiti od prljavštine, leda, snijega ili vode.
- Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode.
- Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom od najmanje 3-5 cm odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona.
- Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere.
- Predviđa li se temperatura okoline ispod 0°C u vrijeme ugradnje betona ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od oštećenja smrzavanjem.
- Površinska temperatura betona spojnice prije betoniranja idućeg sloja treba biti iznad 0°C . Ako se predviđa visoka temperatura okoline u vrijeme betoniranja ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od tih negativnih djelovanja.

Ugradnja i zbijanje

- Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonom i osigura zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija te beton dobije traženu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene presjeka, suženja presjeka, uz otvore, na mjestima zgusnute armature i prekida betoniranja.
- Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba uložiti što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu: Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti kroz oplatu i armaturu.
- Normalna debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira. Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih sipki armature.
- Vibriranje površinskim vibratorima treba izvoditi sustavno dok se iz betona oslobađa zarobljeni zrak. Prekomjerno površinsko vibriranje koje slabi kvalitetu površinskog sloja betona treba izbjeći. Kad se primjenjuje samo površinsko vibriranje, debljina sloja nakon vibriranja obično ne treba prelaziti 100 mm, osim ako nije prethodno eksperimentalno dokazano drugačije. Korisno je dodatno vibriranje površina uz podupore.
- Brzina ugradnje i zbijanja betona treba biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno niska da se izbjegnu pretjerana slijeganja ili preopterećenje oplata i skela. Hladna spojnica se može stvarati tijekom betoniranja, ako beton ugrađenog sloja veže prije ugradnje i zbijanja narednog. Dodatni zahtjevi na postupak i brzinu ugradnje betona mogu biti potrebni kod posebnih zahtjeva za površinsku obradu.
- Segregaciju betona treba pri ugradnji i zbijanju svesti na najmanju mjeru.
- Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštititi od insolacije, jakog vjetrova, smrzavanja, vode, kiše i snijega.
- Naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih otvrdivača ili sličnih materijala nije dopušteno.

Njegovanje i zaštita

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:

- da se skupljanje svede na najmanju mjeru,
- da se postigne potrebna površinska čvrstoća,
- da se osigura dovoljna trajnost površinskog sloja,
- od smrzavanja,
- od štetnih vibracija, udara ili drugih oštećivanja.

Pogodni su sljedeći postupci negovanja primijenjeni odvojeno ili uzastopno:

- držanje betona u oplati,
- pokrivanje površine betona paronepropusnim folijama, posebno učvršćenim i osiguranim na spojevima i na krajevima,
- pokrivanjem vlažnim materijalima i njihovom zaštitom od sušenja,
- držanjem površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem,
- primjenom zaštitnog premaza utvrđene uporabivosti (potvrđene certifikatom ili tehničkim dopuštenjem).

Postupci negovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom. Prirodno negovanje je dovoljno ako su uvjeti u cijelom razdoblju potrebnog negovanja takvi daje brzina evaporacije vlage iz betona dovoljno niska, npr. u vlažnom, kišnom ili maglovitom vremenu. Njegovanje površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremeno negovanje treba primijeniti i prije površinske obrade.

Trajanje primijenjenog njegovanja treba biti funkcija razvoja svojstava betona u površinskom sloju ovisno o omjeru:

- čvrstoće i zrelosti betona,
- oslobođene topline i ukupne topline oslobođene u adijabatskim uvjetima.

Beton za uporabu u uvjetima izloženosti konstrukcije definiranim u poglavlju 3 a treba njegovati dok površinski sloj betona ne dosegne najmanje 50 % uvjetovane tlačne čvrstoće. Iskustveno se taj uvjet, iskazan vremenski, može kontrolirati prema podacima danim u tablici "Najmanje razdoblje njegovanja betona za klase izloženosti betona drugačije od X0 i XC1.

Tablica 3: Najmanje razdoblje njegovanja betona za klase izloženosti betona drugačije od X0 i XC1

Površinska temperatura betona, °C	Najmanje razdoblje njegovanja, dana ^{1) 2)}			
	Razvoj čvrstoće betona ⁴⁾ f_{cm2} / f_{cm28}			
	brz, $r > 0,50$	srednji, $r = 0,30$	spor, $r = 0,15$	vrlo spor,
$r < 0,15$	1,0	1,5	2,0	3,0
$T > 25$	1,0	2,0	3,0	5,0
$25 > T > 5$	2,0	4,0	7,0	10,0
$15 > T > 10$	3,0	6,0	10,0	15,0
$10 > T > 5$ ³⁾				
1) dodajući svako vrijeme vezanja iznad 5 sati 2) linearna interpolacija između vrijednosti u redovima je moguća 3) za temperature ispod 5°C trajanje treba produžiti za razdoblje jednako vremenu ispod 5°C 4) razvoj čvrstoće betona je omjer između srednje tlačne čvrstoće betona nakon 2 dana i srednje tlačne čvrstoće betona nakon 28 dana				

Ako se razvoj topline koristi za mjerenje razvoja svojstava betona, omjer topline i odgovarajuće čvrstoće treba prethodno utvrditi ili odobriti ovlaštena institucija.

Pobliža određenja razvoja svojstava betona mogu se temeljiti na jednom od sljedećih postupaka:

- računu zrelosti iz mjerenja temperature na dubini najviše 10 mm u betonu ispod površine,
- računu zrelosti iz mjerenja srednjih dnevnih temperatura zraka,
- temperaturi grijanja,
- drugim pogodnim postupcima.

Račun zrelosti treba se zasnivati na odgovarajućoj funkciji zrelosti, dokazanoj za tip cementa ili kombinaciju cementa i uporabljenog mineralnog dodatka.

Primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnica, na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na površinama na kojima treba osigurati vezu s drugim materijalima, osim ako se prethodno potpuno ne uklone prije te sljedeće operacije ili ako dokazano ne djeluju štetno na tu sljedeću operaciju. Ako projektnim specifikacijama nije naglašeno dopušteno, zaštitni premazi se ne smiju koristiti ni na površinama s uvjetovanim posebnim izgledom površine.

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 N/mm²).

Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65°C.

Mogući negativni utjecaji visokih temperatura betona tijekom njegovanja uključuju:

- značajno smanjenje čvrstoće,
- značajno povećanje poroznosti,
- odloženo formiranje etringita,
- povećanje razlike temperature betoniranog i prethodnog elementa.

Aktivnosti poslije betoniranja

Nakon skidanja oplata nadzorni inženjer treba prema uvjetovanom razredu nadzora provesti kontrolu površine betona i potvrditi sukladnost za zahtjevima. Površinu betona treba tijekom izvedbe zaštititi od oštećivanja i remećenja površinske teksture. Potrebe ispitivanja betona na građevini (svojstvo, učestalost i kriterije sukladnosti) treba prema uvjetima izvedbe i eksploatacije građevine utvrditi projektom konstrukcije i planom kontrole kvalitete izvedbe radova.

Konstrukcijske spojnice

Spojni dijelovi bilo kojeg tipa trebaju biti neoštećeni, točno postavljeni i ispravno izvedeni tako da osiguraju učinkovito ponašanje konstrukcije.

Geometrijske tolerancije

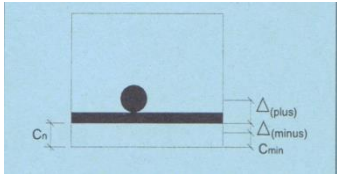
Izvedene dimenzije konstrukcija trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:

- mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju,
- ponašanje tijekom uporabe građevine,
- kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstrukcijskih dijelova.

Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koje nemaju značajniji utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije mogu se zanemariti.

Date tolerancije, nominirane kao normalne tolerancije, odgovaraju projektnim pretpostavkama, HRN EN 1992 i traženoj razini sigurnosti. Zahtjevi ovog poglavlja odnose se na ukupnu konstrukciju. Kod pojedinih dijelova svaka međukontrola tih dijelova mora poštivati uvjete konačne kontrole izvedene konstrukcije. Ako je određeno geometrijsko odstupanje pokriveno različitim zahtjevima (preduvjetovano), primjenjuje se stroži uvjet. Dimenzije poprečnog presjeka, zaštitni sloj betona i položaj armature ne smiju odstupati od zadanih vrijednosti više no što je prikazano u sljedećoj tablici:

Tablica 4 – Tolerancije

N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a	Dimenzije poprečnog presjeka		+ 10 mm
b	Položaj obične armature u poprečnom presjeku 	Za sve h vrijednosti je: Δ negativno (minus) a pozitivno za h < 150 mm h = 400 mm h > 2500 mm	- 10 mm + 10 mm + 15 mm + 20 mm uz linearnu interpolaciju
c_{min} = traženi najmanji zaštitni sloj betona c_n = nominalni zaštitni sloj = $c + \Delta(\text{minus}) $ c = stvarni zaštitni sloj Δ = dopušteno odstupanje od c_n h = visina poprečnog presjeka Uvjet: $c + \Delta(\text{plus}) > c_n - \Delta(\text{minus}) $			
Dopušteno pozitivno odstupanje zaštitnog sloja temelja i elemenata u temeljima može se povećati za 15 mm. Dano negativno odstupanje ne može.			
c	Preklopni spoj	l preklopna duljina	-0,06 l
d	okomitost poprečnog presjeka	a – duljina dimenzije popr. presjeka	ne više od 0,04a ili 10 mm
e	ravnost		
	Oplaćena ili zaglađena površina	L = 2,0 m L = 0,2 m	9 mm 4 mm
	Ne oplaćene površine : ➤ globalno ➤ lokalno	L 2,0 m L = 0,2 m	15 mm 6 mm
f	Zakošenost poprečnog presjeka	ne veće od h/25 ili b/25, ali ne više od 30 mm	
g	ravnost bridova	za dužine: ≤ 1 m > 1 m	8mm 8 mm/m, ali ne više od 20 mm
h	otvori u ulošci	Δ ₁ ; Δ ₂ ; Δ ₃	± 25 mm

3.4 Čelična konstrukcija

Kod izrade i montaže konstrukcije izvođač se mora držati odredbi Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20, 7/22), pravila i standarda navedenih u prilogima A – F istog propisa.

Izvedba čelične konstrukcije definirana je normama:

- izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija niz HRN EN 1090
- toplinsko rezanje – razredba rezova HRN EN ISO 9013
- sustav dimenzionalnih tolerancija (rupe) HRN EN ISO 286-2
- tolerancije u zgradarstvu – metode mjerenja niz HRN ISO 7976
- provjera osposobljenosti zavarivača niz HRN EN 287
- preporuke za zavarivanje metalnih materijala HRN EN 1011
- provjera osposobljenosti rukovoditelja pri potpuno mehaniziranom i automatiziranom zavarivanju metalnih materijala HRN EN 1418
- zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala niz HRN EN ISO 3834
- krovopokrivački proizvodi od lima niz HRN EN 508

Zahtjevi za kakvoću osnovnog materijala dati su u specifikaciji materijala u tehničkoj dokumentaciji za svaku pojedinu poziciju, kojih se treba u potpunosti pridržavati. Oznake kakvoće date su kako je propisano u Tehničkom propisu. Materijal druge vrste i kakvoće nego što je propisan može se upotrijebiti samo po prethodnom pismenom odobrenju projektanta. Karakteristike i kakvoća osnovnog materijala određeni su propisima u hrvatskim standardima:

- definicija i razredba vrsta čelika HRN EN 10020
- opći tehnički uvjeti isporuke za čelične proizvode HRN EN 10021
- označavanje čelika HRN EN 10027-1, HRN EN 10027-2
- toplovaljani proizvodi od konstrukcijskih čelika niz HRN EN 10025
- toplovaljani I–profili sa skošenim pojasnicama HRN EN 10024
- toplovaljani čelični limovi (debljine veće od 3 mm) HRN EN 10029
- I–profili i H–profili od konstrukcijskih čelika HRN EN 10034
- toplovaljana čelična traka HRN EN 10048
- neprekinuti, neprevučeni toplovaljani lim i traka HRN EN 10051
- toplovaljani T–profil HRN EN 10055
- čelični kutnici HRN EN 10056-1, HRN EN 10056-2
- toplooblikovani šuplji profili niz HRN EN 10210
- toplo valjani čelični U–profili HRN EN 10279
- toplovaljane šipke – plosnate, četverokutne, okrugle, šesterokutne HRN EN 10058, HRN EN 10059, HRN EN 10060, HRN EN 10061
- uvjeti isporuke za stanje površine toplovaljanih čel. ploča, traka i profila niz HRN EN 10163

Mehanička spojna sredstva (vijci, zakovice) definirana su u slijedećim hrvatskim standardima.

- konstrukcijski vijčani spojevi bez predopterećenja HRN EN 10548-1
- konstrukcijski predopterećeni vijčani spojevi visoke čvrstoće niz HRN EN 14399
- mehanička svojstva spojnih elemenata – vijci i svorni elementi HRN EN ISO 898-1
- mehanička svojstva spojnih elemenata – matice HRN EN ISO 3506-2
- čelične matice osigurane od odvijanja HRN EN ISO 2320
- šesterokutne matice osigurane od odvijanja HRN EN ISO 7040, HRN ISO 7042, HRN ISO 7719, HRN ISO 10511, HRN ISO 10512, HRN ISO 10513
- vijci za lim HRN EN ISO 1479, HRN EN ISO 1481
- samorezni vijci HRN EN ISO 15480
- zakovice HRN EN ISO 15976, HRN EN ISO 15979, HRN EN ISO 15980, HRN EN ISO 15983

Karakteristike dodatnog i potrošnog materijala za zavarivanje (i opreme) određene su propisima u hrvatskim standardima: HRN EN 13479, HRN EN ISO 2560, HRN EN ISO 14175, HRN EN 440, HRN EN ISO 17632, HRN EN ISO 14341, HRN EN ISO 26304, HRN EN 13918, HRN EN ISO 14343, HRN EN ISO 16834, HRN EN ISO 17633, HRN EN ISO 18276, HRN EN ISO 636

Nadzor nad svim fazama izrade čelične konstrukcije u radionici i nad montažom vrši nadzorni inženjer imenovan od strane investitora.

- Izvođač je dužan nadzornom inženjeru dostaviti na uvid:
- dokaze sukladnosti materijala od kojih je izrađena čelična konstrukcija,
- dokaze sukladnosti za spojni materijal (vijke, elektrode, zakovice)
- dokaze o osposobljenosti zavarivača, koji izrađuju ovu konstrukciju,
- uvjerenje o kvalifikacijama drugih stručnih osoba angažiranih na izradi konstrukcije,
- planovi slijeda zavarivanja s točnim odredbama rasporeda i slijeda zavarivanja svakog pojedinog zavara
- zakonski propisano vođenje dnevnika (radionički dnevnik, dnevnik zavarivanja),
- skice s ucrtanim brojevima dokaza sukladnosti osnovnog i spojnog materijala iz kojeg je izrađena svaka pojedina pozicija s označenim zavarima, s brojem dokaza sukladnosti elektrode i oznakom zavarivača koji je to zavario.

Kod montaže konstrukcije na gradilištu:

- plan montaže konstrukcije,
- radioničke nacрте sa svim izmjenama i dopunama,
- dokumente o prijemu konstrukcije u radionici,
- dokaz o osposobljenosti zavarivača koji vrši zavarivanje konstrukcije na montaži,
- dokumente o kontroli izvođenja montažnih spojeva,
- montažni dnevnik, dnevnih zavarivanja,
- podatke o geodetskim i drugim mjerjenjima tijekom montaže,
- foto dokumentacije o građenju objekta.

Dužnosti i obveze nadzornog inženjera su:

- kontinuirana kontrola izrade i montaže čelične konstrukcije u svim fazama,
- ovjeravanje naprijed navedenih dokumenata,
- sudjelovanje kod prijema konstrukcije u radionici
- sudjelovanje kod prijema gotove montirane konstrukcije.

Izvođačeva je dužnost i zakonska obveza da projektanta upozori na uočene proturječnosti i nedostatke u tehničkoj dokumentaciji. Isto tako dužan je za sve nejasnoće tražiti objašnjenje od projektanta.

Izvođač može predanu mu tehničku dokumentaciju upotrebljavati isključivo za izradu konstrukcije obrađene u ovom elaboratu.

Jediničnom cijenom po kg konstrukcije uključeni su:

- svi troškovi dobave, izrade i montaže konstrukcije,
- sav potreban pomoćni materijal, alat, mehanizacija i skladištenje,
- priprema površine, te kvaliteta i debljina sloja prvog temeljnog premaza prema posebnim uvjetima antikorozivne zaštite (prilog TPGK-a),
- svi horizontalni i vertikalni transporti do mjesta ugradbe,
- sva potrebna radna skela,
- sva šteta i troškovi popravka kao posljedica nepažljive izvedbe,
- troškovi zaštite na radu i troškovi dokazivanja sukladnosti.

Osnovni, kao i dodatni materijal preuzima izvođač radova - suglasnost zahtjevima standarda odnosno propisa - ukoliko u ugovoru između investitora i izvođača nije drugačije utvrđeno.

Limovi i lamele koje se ugrađuju u čeličnu konstrukciju glavnih nosača treba kontrolirati ultrazvukom radi dvoplosnosti. Nadzorni inženjer i izvođač dogovoriti će se o obimu kontrole ultrazvukom.

Izvođač je dužan izraditi detaljni plan tehnološkog procesa izrade. Plan treba sadržavati suglasnost zahtjevu projekta, raspored limova i radioničkih nastavaka, oblik i dimenzije šavova zavarenih spojeva, način radioničkog sklapanja konstrukcije, postupak zavarivanja s karakterističnim uputstvima svih faznih operacija od početka do završetka radioničkih radova.

Detaljnu tehnologiju zavarivanja suglasno raspoloživoj opremi i kadrovima predlaže izvođač investitoru donosno nadzornom inženjeru i projektantu.

Osnovni je zahtjev da predviđeni način odnosno postupak ne daje spojeve koji imaju gora mehanička svojstva od osnovnog materijala. Tehnološki postupak ulazi u tehničku dokumentaciju i sastavni je dio dokumenata koje odobrava nadzorni inženjer.

Tijekom radova se po nahođenju nadzornog inženjera može vršiti dopunsko atestiranje pojedinih zavarivača ako se za to ukažu potrebe. Troškove osposobljavanja snosi izvođač.

Dodatni materijal mora se uskladištiti u suhom prostoru tako da ne bi došlo do vlaženja. Skladištenje dodatnog materijala, bilo elektroda, žica ili praškova vrši se u originalnoj ambalaži isporučioca elektroda. Sav dodatni materijal koji se u radionici ili na gradilištu ostavlja poslije izvršenog dnevnog rada u otvorenoj ambalaži, mora se prije ponovne upotrebe podvrgnuti propisanom sušenju na peći, na temperaturi koja je u te svrhe propisana. To važi za oploštene elektrode kao i za praškove za automatska ili poluautomatska zavarivanja.

Uvjetima antikorozivne zaštite i ugovorom propisat će se stupanj pripreme površine, te debljina i kakvoća prvog temeljnog premaza.

Investitor mora osigurati prostor za istovar i manipulaciju čelične konstrukcije, te osigurati adekvatni izvor električne energije u slučaju da izvođač koristi kranove pogonjene električnom energijom. Ovi opći uvjeti se mijenjaju ili dopunjuju pojedinim stavkama troškovnika.

Za sve građevne proizvode koji nisu obuhvaćeni ovim uvjetima kontrole i osiguranja kvalitete mjerodavni su propisi navedeni u prilogima Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije.

3.5 Drvena konstrukcija

Kod izrade i montaže konstrukcije izvođač se mora držati odredbi Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22), odnosno pravila i standarda navedenih u prilogima istog propisa.

Izvedba drvene konstrukcije definirana je normama:

- projektiranje drvenih konstrukcija – opća pravila i pravila za zgrade HRN EN 1995-1-1
- sadržaj vlage piljenog drva niz HRN EN 13183
- ploče na osnovi drva – smjernice za uporabu nosivih ploča HRN CEN/TR 12872
- adhezivi za nosive drvene konstrukcije niz HRN EN 302
- metode ispitivanja niz HRN EN 594
- ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem HRN U.M1.047

Zahtjevi za kakvoću osnovnog materijala dati su u specifikaciji materijala u tehničkoj dokumentaciji za svaki pojedini element, kojih se treba u potpunosti pridržavati. Oznake kakvoće date su kako je propisano u Tehničkom propisu. Materijal druge vrste i kakvoće nego što je propisan može se upotrijebiti samo po

prethodnom pismenom odobrenju projektanta. Karakteristike i kakvoća osnovnog materijala određeni su propisima u hrvatskim standardima:

- konstrukcijsko drvo niz HRN EN 14081
- ploče na osnovi drva HRN EN 13986
- lamelirane furnirske ploče HRN EN 14279
- štapasta spajala HRN EN 14592
- neštapasti spojni elementi HRN EN 14545
- spajala za drvo – moždanici posebne izvedbe za drvo HRN EN 912
- kazeinski adhezivi za nosive drvene konstrukcije HRN EN 12436
- fenolni i aminoplastični adhezivi za nosive drvene konstrukcije HRN EN 301
- jednokomponentni poliuretanski adhezivi za drv. strukture pod opt. HRN EN 15425
- predgotovljeni drveni nosači oplata HRN EN 13377

Proizvodnja drvene konstrukcije mora se provoditi u svemu prema odredbama navedenih hrvatskih normi za izradu drvenih konstrukcija.

Čelični okov kao i čelični elementi krovnih spregova predviđeni u kvaliteti osnovnog čeličnog materijala: S355J2. Sve čelične papuče oslonaca kao i sva spojna sredstva antikorozivno se zaštićuju cinčanjem. Cinčanju mora prethoditi pjeskarenje svih elemenata koji se cinčaju.

Kompletanu novu drvenu konstrukciju potrebno je u tvornici zaštititi fungicidnim i insekticidnim sredstvima, dok se zaštita od vlage osigurava dvostrukim lazurnim nanosima. Svi premazi drva moraju biti bezbojni. Nakon nanošenja zaštitnih sredstava nije dozvoljena daljnja dodatna obrada drva.

Proizvođač je dužan predati naručitelju sve protokole o proizvodnji te o sadržaju vlage u drvu.

Nadzorni inženjer i proizvođač konstrukcije dužni su tijekom proizvodnje u radionici zapisnički pratiti:

- temperaturu, vlažnost i čistoću radionice
- kvalitetu svake pojedine lamele
- vlažnost drva
- ljepilo (vrstu, proizvođača, broj i datum isporuke, debljine slojeva, miješanja)
- uvjete lijepljenja i prešanja, vrijeme otpuštanja
- geometrijsku kontrolu gotovih elemenata

Ovi protokoli sastavni su dio kompletne atestne dokumentacije koju je izvođač dužan predložiti na tehničkom pregledu i tijekom gradnje.

Prilikom transporta nosače je potrebno zaštititi od utjecaja atmosferilija, a ovisno o načinu montaže i transporta potrebno je dokazati stabilnost pojedinih elemenata u fazi transporta.

Prije početka proizvodnje konstrukcije proizvođač ima obavezu izraditi radioničke nacрте kompletne krovne drvene konstrukcije i svih čeličnih dijelova (papuče, oslonci i spojna sredstva), te iste predložiti na ovjeru projektantu glavnog projekta konstrukcije. Izvođač radova također je dužan dati na ovjeru i plan montaže pri čemu se posebno naglašava potreba određivanja redoslijeda montaže obzirom na raspored krovnih spregova.

3.6 Zidarski radovi

Prilikom izvedbe zidarskih radova prema projektu i troškovniku izrađenog na osnovu ovog projekta, izvođač radova mora se pridržavati svih uvjeta i opisa u projektu i troškovniku kao i važećih propisa, a posebno Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22)

Materijali

Materijali koji se upotrebljava za zidarske radove mora biti ispravan, kvalitetan, a na zahtjev izvođač mora predložiti važeće ateste ili dati ispitati prema važećim standardima. Ispitivanje pada na teret izvođača. Materijal koji je upotrebljavan mora zadovoljiti slijedeće standarde:

Zidni elementi

- opečni zidani elementi – specifikacije HRN EN 771-1
- vapnenosilikatni zidni elementi – specifikacije HRN EN 771-2
- betonski zidni elementi – specifikacije HRN EN 771-3
- porobetonski zidni elementi – specifikacije HRN EN 771-4
- zidni elementi od umjetnog kamena – specifikacije HRN EN 771-5
- zidni elementi od prirodnog kamena – specifikacije HRN EN 771-6
- tlačna čvrstoća HRN EN 772-1
- izmjere zidnih elemenata HRN EN 772-16
- neto obujam i postotak šupljina opečnih zidnih el. HRN EN 772-3
- gustoća i obujamska masa zidnih el. od prirodnog kamena HRN EN 771-4

Mort

- poroznost svježeg morta HRN EN 1015-7
- konzistencija svježeg morta HRN EN 1015-3
- gustoća svježeg morta HRN EN 1015-6
- tlačna i savojna vlačna čvrstoća morta HRN EN 1015-11
- uzorci za ispitivanje morta HRN EN 1015-2

Uskladištenje materijala, koji se koriste za zidanje, mora biti takvo da nije moguće oštećenje do stupnja kada nisu pogodni za korištenje. Opeka se ne smije polagati na površine koje sadrže kemijske nečistoće, klinker ili pepeo, niti na novo betonirane ploče, dok ta konstrukcija nema dovoljnu nosivost. U zimi opeku koja nije otporna na mraz potrebno je skladištiti u zatvorenim prostorima gdje temperatura nije niža od 0°C.

Cement i vapno trebaju biti zaštićeni od djelovanja vlage za vrijeme transporta i skladištenja. Veziva skladištiti odvojeno tako da ne dođe do miješanja.

Pijesak različitih tipova treba pohraniti odvojeno na tvrdj podlozi, gdje neće biti onečišćen.

Mort treba biti miješan u omjerima materijala kako je određeno projektom morta, a koji je dužan dostaviti izvođač. Navedenim projektom se mora postići projektirana marka morta. Sav pribor koji se koristi pri miješanju i transportu treba održavati čistim. Nakon što se mort izmiješa i izvađen je iz miješalice ne smije mu se dodavati nikakav materijal.

Mort mora biti upotrijebljen prije nego počne vezivanje. Mort mora imati plastičnu konzistenciju određenu normama za mort.

Unaprijed pripremljeni mort treba rabiti u skladu sa uputama proizvođača i prije kraja roka uporabe deklariranog od proizvođača.

Zidne elemente treba postavljati u pravilan zidni vez. Opeka mora biti čista i neoštećena. Prije nego se opeka počne postavljati u mort mora imati potrebnu vlažnost da se postigne što bolja prionjivost sa mortom. Stoga se preporuča kvašenje elemenata prije polaganja u mort. Duljinu kvašenja odrediti ovisno o konzistenciji morta, tipu opeke i preporukama pojedinih radova i propisa danih u ovom projektu.

Zidanje je potrebno obustaviti ako temperatura padne ispod $+5^{\circ}\text{C}$ ili je veća od $+35^{\circ}\text{C}$.

Kod izvedbe vertikalnih serklaža opeku je potrebno ozidati tako da zid završava na "šmorc". Horizontalne serklaže na razini stropova betonirati zajedno sa stropnom konstrukcijom.

Novoizvedene zidove potrebno je zaštititi od mehaničkih oštećenja i utjecaja nevremena. Vrhovi zidova trebaju biti pokriveni vodonepropusnim presvlakama. Zidovima se ne smije dopustiti prebrzo sušenje, stoga ih je u vrućim danima potrebno vlažiti dok ne postigne odgovarajuću čvrstoću.

Kvaliteta zidanja mora biti u skladu sa zahtijevanom kvalitetom zidova u ovom projektu, prema važećim propisima za zidane konstrukcije, a u nedostatku državnih normi koristiti pripadne euronorme.

3.7 Materijali za sanaciju konstrukcija

Vlaknima pojačani polimeri (FRP sustavi)

Prilikom uporabe FRP sustava, izvođač radova se obvezuje pridržavati svih uvjeta i opisa u projektu i troškovniku kao i važećih propisa i normi. Izvođač je dužan osigurati dokaze o kvaliteti izvedenih radova i ugrađenih materijala, izvješća o provedenim ispitivanjima i obrađene rezultate provedenih ispitivanja te certifikate izrađene prema važećim propisima i normama.

Prije početka proizvodnje, potrebno je pripremiti popis zahtijevanih karakteristika i svojstava FRP materijala, plan ispitivanja FRP sustava koji obuhvaća ispitivanja kvalitete ugrađenog materijala, plan kvalitete proizvodnje koji opisuje materijal, postupak očvršćivanja, kontrolu postupka ugradnje i završnu kontrolu.

Izvođač je dužan posjedovati izvješće o ugrađenom materijalu, uključujući podatke o dobavljaču te utjecajima na zdravlje i sigurnost, procijenjenu težinu potrebnih alata za ugradnju, izvješće o kontroli kvalitete, izvješće o provedenom proračunu (projekt konstrukcije), izvješće o provedenim ispitivanjima i rezultatima ispitivanja.

Materijali

Materijali koji se ugrađuju moraju biti u skladu s HRN EN 16245 (1-5).

Prisustvo vlage i prašine mora se spriječiti tijekom proizvodnje FRP sustava. Proizvodnja vezivnog sredstva treba se izvoditi na najmanjoj temperaturi od 3°C iznad temperature kondenzacije vezivnog sredstva i na temperaturi u pogonu koja je u rasponu zahtijevane temperature od proizvođača vezivnog sredstva.

Vlakna, vezivno sredstvo, ljepila i ostali kemijski materijali moraju biti obrađeni u skladu s propisima proizvođača i ne smiju se koristiti nakon isteka roka trajanja.

Proizvodnja

Tijekom proizvodnje FRP materijala potrebno je provoditi kontrolu temperature, postotka vlažnosti i tlaka zraka, broja slojeva te njihovu debljinu i težinu, pozicije spojeva i duljine preklopa, orijentaciju i poravnanje vlakana, napetost vlakana, vlaženje vlakana, količinu šupljina, volumen vlakana i čvrstoću (Barcol test).

Orijentacija i ravnost vlakana ne smije odstupati više od 1 stupnja od orijentacije vlakana koja je korištena za određivanje mehaničkih karakteristika materijala prema kojima je izvršen proračun.

Spojevi

Kod izvođenja spojeva na ugrađenim FRP sustavima, potrebno je izvoditi veće rupe za sidra (1,6 mm veće od promjera sidra). Svi rubovi rupa trebaju biti zapečaćeni s premazom (vezivni materijal, silikon, lak). Premaz mora biti kompatibilan s vezivnim sredstvom FRP sustava.

Za bušenje rupa potrebno je koristiti alat namijenjen radu s FRP sustavima. Za vrijeme izvođenja, dijelovi FRP sustava moraju biti zaštićeni kako bi se spriječilo cijepanje, kidanje i delaminacija. Vijci ne smiju biti previše zategnuti. Šteta na lamelama FRP sustava nije dopuštena. Preporuča se upotreba momentnog ključa za zatezanje. Spojevi na ugrađenim FRP sustavima na bazi ljepila moraju se izvoditi u klimatski kontroliranim uvjetima u skladu s instrukcijom za upotrebu proizvođača ljepila. Površina na koju se aplicira ljepilo mora biti čista, bez prisustva vlage, masnoće i prašine.

Rukovanje i skladištenje

Tijekom rukovanja i skladištenja, koncentrirane sile trebaju se izbjeći. Podizanje dijelova FRP sustava dopušteno je jedino upotrebom propisanih metoda i alata koje je odobrio projektant. U slučaju odstupanja od navedenih zahtjeva, negativne učinke krivog rukovanja procjenjuje projektanta ili stručnjak za FRP sustave. Tijekom transporta i rukovanja, šteta prouzročena neadekvatnim rukovanjem treba biti spriječena, a dijelovi sustava skladišteni odvojeno. Prilikom podizanja FRP dijelova preporuča se korištenje zaštitnih materijala.

Ugradnja

Prije početka radova potrebno je izraditi detaljan plan izvođenja. Ugradnja FRP sustava treba biti izvršena od strane osposobljenih radnika pod nadzorom ovlaštenog inženjera, a sve u skladu s EN 1990. Ukoliko se prije ili tijekom ugradnje pojave neočekivana opterećenja, potrebno ih je evaluirati i odobriti od strane projektanta.

Korištenje

Ukoliko se za vrijeme korištenja pojave iznenadna opterećenja, potrebno ih je evaluirati i odobriti od strane projektanta. Potrebno je provoditi redovite preglede ugrađenih FRP sustava i odražavanja u skladu s izrađenim planom održavanja.

Održavanje, pregledi i popravci

FRP sustavi moraju imati izrađeni plan odražavanja i pregleda kojima se omogućuje održavanje sustava u uporabljivom stanju tijekom njegovog životnog vijeka.

Plan održavanja mora sadržavati mjesta u sustavu koja su podložna pregledima određena od strane projektanta, ograničenja tijekom uporabe određena od strane projektanta, ograničenja tijekom uporabe određena od strane proizvođača, pregledni plan izvedene konstrukcije s ugrađenim materijalima, upute za popravke, upute za zamjenu dijelova konstrukcije kada je to potrebno.

Održavanje FRP sustava sastoji se od pregleda, čišćenja površina, održavanja spojeva, popravka površinskih i većih oštećenja, popravaka ili zamjene sekundarnih dijelova sustava s kraćim životnim vijekom od konstrukcije (npr. habajući slojevi).

Preporuča se redovito čišćenje površina vodom ili posebnim sredstvima. U slučaju površinskih oštećenja premaza i završnih slojeva, iste je potrebno popraviti. Slojevi ljepila moraju biti zaštićeni od prljavštine i vlage. Vijčani spojevi izvedeni na FRP sustavu trebaju se redovito provjeravati.

Redoviti pregledi moraju se bazirati na ispitivanju oštećenja, spojeva i mogućim promjenama u okolišu konstrukcije koje su se dogodile tijekom uporabe. Detaljni pregledi moraju sadržavati procjenu dugotrajnih deformacija i ponašanje konstrukcije.

U slučaju oštećenja FRP sustava, potrebne popravke određuje projektant i/ili proizvođač FRP sustava. Moguće metode popravka su ugradnja prenosnih ploča, zapunjavanje vezivnim sredstvom, uklanjanje oštećenog FRP materijala i ugradnja zamjenskog, pojačavanje dodatnim FRP sustavom.

Norme

- HRN EN 16245-1 Vlaknima ojačani plastični kompoziti – Deklaracija o karakteristikama sirovina – 1. dio: Opći zahtjevi
- HRN EN 16245-2 Vlaknima ojačani plastični kompoziti – Deklaracija o karakteristikama sirovina – 2. dio: Posebni zahtjevi za smolu, očvršćivalo, dodatke i modifikatore
- HRN EN 16245-3 Vlaknima ojačani plastični kompoziti – Deklaracija o karakteristikama sirovina – 3. dio: Posebni zahtjevi za vlakna
- HRN EN 16245-4 Vlaknima ojačani plastični kompoziti – Deklaracija o karakteristikama sirovina – 4. dio: Posebni zahtjevi za tkanje
- HRN EN 16245-5 Vlaknima ojačani plastični kompoziti – Deklaracija o karakteristikama sirovina – 5. dio: Posebni zahtjevi za osnovne sastojke
- HRN EN 1504-1 Proizvodi i sustavi za zaštitu u popravak betonskih konstrukcija – Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti – 1. dio: Definicije
- HRN EN 1504-2 Proizvodi i sustavi za zaštitu u popravak betonskih konstrukcija – Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti – 2. dio: Sustavi površinske zaštite
- HRN EN 1504-3 Proizvodi i sustavi za zaštitu u popravak betonskih konstrukcija – Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti – 3. dio: Konstrukcijski i nekonstrukcijski popravak
- HRN EN 1504-4 Proizvodi i sustavi za zaštitu u popravak betonskih konstrukcija – Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti – 4. dio: Konstrukcijsko lijepljenje
- HRN EN 1504-5 Proizvodi i sustavi za zaštitu u popravak betonskih konstrukcija – Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti – 5. dio: Injektiranje betona
- HRN EN 1504-6 Proizvodi i sustavi za zaštitu u popravak betonskih konstrukcija – Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti – 6. dio: Sidrenje čelične armature
- HRN EN 1504-7 Proizvodi i sustavi za zaštitu u popravak betonskih konstrukcija – Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti – 7. dio: Zaštita armature od korozije
- HRN EN 1504-8 Proizvodi i sustavi za zaštitu u popravak betonskih konstrukcija – Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti – 8. dio: Kontrola kvalitete i ocjenjivanje i provjera stalnosti svojstava (AVCP)
- HRN EN 1504-9 Proizvodi i sustavi za zaštitu u popravak betonskih konstrukcija – Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti – 9. dio: Opća načela za uporabu proizvoda i sustava
- HRN EN 1504-10 Proizvodi i sustavi za zaštitu u popravak betonskih konstrukcija – Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti – 10. dio: Primjena proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova

Mort za FRCM i CRM sustave

Karakteristike morta (sanacijske žbuke) za uporabu u FRCM i CRM sustavima trebaju ispuniti sljedeće uvjete:

- tlačna čvrstoća nakon 28 dana (HRN EN 1015-11): CS IV ($> 6,0 \text{ N/mm}^2$)
- čvrstoća prionjivosti (HRN EN 1015-12): SL:B ($> 0,5 \text{ N/mm}^2$)

Sve podloge moraju biti čiste, čvrste, nosive, suhe i nesmrznute.

Sanacijsku žbuku nanositi ručno ili strojno. Kod ručnog nanašanja, sanacijsku žbuku nanositi u debljini od 50 mm u jednom sloju i izravnati aluminijskom H letvom. Prilikom primjene i sušenja, temperatura podloge i zraka ne smije biti niža od $+5^\circ\text{C}$ niti viša od $+30^\circ\text{C}$.

Norme

- HRN EN 998-1 Specifikacija morta za ziđe – 1. dio: Vanjska i unutarnja žbuka
- HRN EN 998-2 Specifikacija morta za ziđe – 2. dio: Mort za ziđe

3.8 Nadzor

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s zahtjevima projektnih specifikacija i važećim propisima.

Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova.

Nadzor materijala i proizvoda

Koji će se nadzor svojstava materijala i proizvoda primijeniti u radovima prikazano je slijedećom tablicom.

Tablica 5: Zahtjevi nadzora materijala i proizvoda

PREDMET	VRSTA NADZORA
Materijali oplata	Vizualni nadzor
Armaturni čelik	Prema HRN EN 10080 i zahtjevima projekta ³⁾
Svježi beton proizveden u tvornici ili na gradilištu ¹⁾	Prema HRN EN 206:2016, i prema ovim tehničkim uvjetima. Pri preuzimanju betona treba postojati otpremnica.
Ostali materijali ²⁾	Prema projektnim specifikacijama i normama
Predgotovljeni elementi	Prema projektnim specifikacijama ³⁾
Nadzorni izvještaj	Treba
1) Na gradilištu izrađeni sastavni dijelovi smatraju se kao sastavni dijelovi proizvedeni sa „svježim betonom, tvorničkim ili gradilišnim”, osim ako nisu proizvedeni prema normi 2) Npr. element ugrađenog čelika, opeka i sl. 3) Proizvode s potvrdom sukladnosti treće osobe treba vizualno pregledati i provjeriti otpremnicu. U slučaju sumnje treba poduzeti daljnje provjere sukladnosti sa specifikacijama. Ostale proizvode treba provjeriti i ispitati prema projektnim specifikacijama.	

Područje nadzora izvedbe

Područje nadzora koji treba provesti prikazano je u tablici:

Tablica 6: Područje nadzora

PREDMET	VRSTA NADZORA
Kalupi, oplata i skele	Glavne kalupe i oplatu pregledati prije betoniranja
Obična armatura	Glavnu armaturu pregledati prije betoniranja
Ugrađeni elementi	Prema projektnim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima
Zidani elementi	Prema projektnim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima
Drvena konstrukcija i elementi	Prema projektnim i izvedbenim specifikacijama i teh. uvjetima
Predgotovljeni elementi	Prema izvedbenim specifikacijama
Gradilišni prijevoz i ugradnja betona	Prema ovim tehničkim uvjetima
Završna obrada i njegovanje betona	Prema ovim tehničkim uvjetima
Geometrija	Prema projektnim specifikacijama
Nadzorna dokumentacija	Kako se traži ovim uvjetima

Nadzor prije betoniranja

Prije početka betoniranja nadzor treba uključivati:

- geometriju oplata,
- stabilnost oplata, skela i njihovih temelja,
- nepropusnost oplata,
- uklanjanje nečistoća (kao što su prašina, snijeg i/ili led i ostaci žice) s dijela koji će se betonirati,
- obradu lica konstrukcijskih spojnica,
- uklanjanje vode s dna oplata, osim ako se ne betonira pod vodom,
- pripremu površine oplata,
- otvore u oplati.

Nadzor poslije betoniranja

Na konstrukcijskim spojnica treba provjeriti i potvrditi da je preklopna (kontinuitetna) armatura u projektiranom položaju.

Treba provjeriti položaj dilatacijske trake.

Nadzor armature

Nadzor prije betoniranja

Prije betoniranja nadzor u skladu s odgovarajućim nadzornim razredom treba potvrditi daje:

- armatura iskazana u nacrtima ugrađena i prema nacrtima postavljena u projektiranu poziciju,
- zaštitni sloj u skladu s ovim uvjetima i projektnim specifikacijama,
- armatura nezagađena uljem, mastima, bojom ili drugim štetnim materijalima,
- armatura ispravno učvršćena i osigurana od pomicanja tijekom betoniranja,
- razmak između sipki armature dovoljan za ugradnju i zbijanje betona,
- ugrađena armatura popraćena odgovarajućom potvrdom sukladnosti sa svojstvima uvjetovanim u EN 10080.

Ako za armaturu dopremljenu u savijalište ili na građevinu nema odgovarajuće potvrde sukladnosti s uvjetovanim svojstvima, ta svojstva treba korisnik potvrditi ispitivanjem odgovarajućeg broja uzoraka dopremljenih profila.

Nadzor poslije betoniranja

Na konstrukcijskim spojnica treba provjeriti i potvrditi daje preklopna (kontinuitetna) armatura u projektiranom položaju.

Nadzor postupka betoniranja

Nadzor i ispitivanje postupka betoniranja treba planirati, izvoditi i dokumentirati prema tablici

Tablica 7: Planiranja, nadzora i dokumentiranja

PREDMET	VRSTA NADZORA
Planiranje nadzora	Plan nadzora, procedure i instrukcije prema specifikacijama Aktivnosti kod nesukladnosti
Nadzor	Osnovni i povremeni detaljni nadzor
Dokumentacija	Svi dokumenti planiranja, Izvještaji o svim nadzorima Izvještaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama

Plan nadzora treba identificirati sve nadzore, motrenja i ispitivanja za potrebne dokaze kvalitete. Najbolji nadzor je kontinuirani nadzor sukladnosti i uobičajene dobre prakse.

3.9 Mjere u slučaju nesukladnosti

Kad nadzor otkrije nesukladnost, treba poduzeti odgovarajuće radnje koje će osigurati uvjetovanu stabilnost i sigurnost konstrukcije i zadovoljiti namjeravanu uporabu.

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

- utjecaj nesukladnosti na izvedbu i uporabu,
- mjere potrebne da bi se nesukladni element ili dio konstrukcije učinili prihvatljivima,
- potrebu zabrane i zamjene nepopravljivog nesukladnog elementa ili dijela konstrukcije.

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava betona utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima betona iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.

Nesukladnost tlačne čvrstoće (postignute i uvjetovane klase) betona rješava se naknadnim ispitivanjem uzoraka betona izvađenih iz dijela konstrukcije u koji je ugrađen nesukladni beton.

Ispitivanja treba provesti prema HRN EN 12504-1 i utvrditi klasu tlačne čvrstoće kojoj ugrađeni beton odgovara u vrijeme ispitivanja i približnu klasu kojoj je odgovarao pri 28-dnevnoj starosti. Prva služi za kontrolu stabilnosti i sigurnosti predmetnog konstrukcijskog dijela a druga za reguliranje ugovornih odnosa između proizvođača i kupca betona. Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka.

Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak.


Rektifikacija nesukladnosti mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima. Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

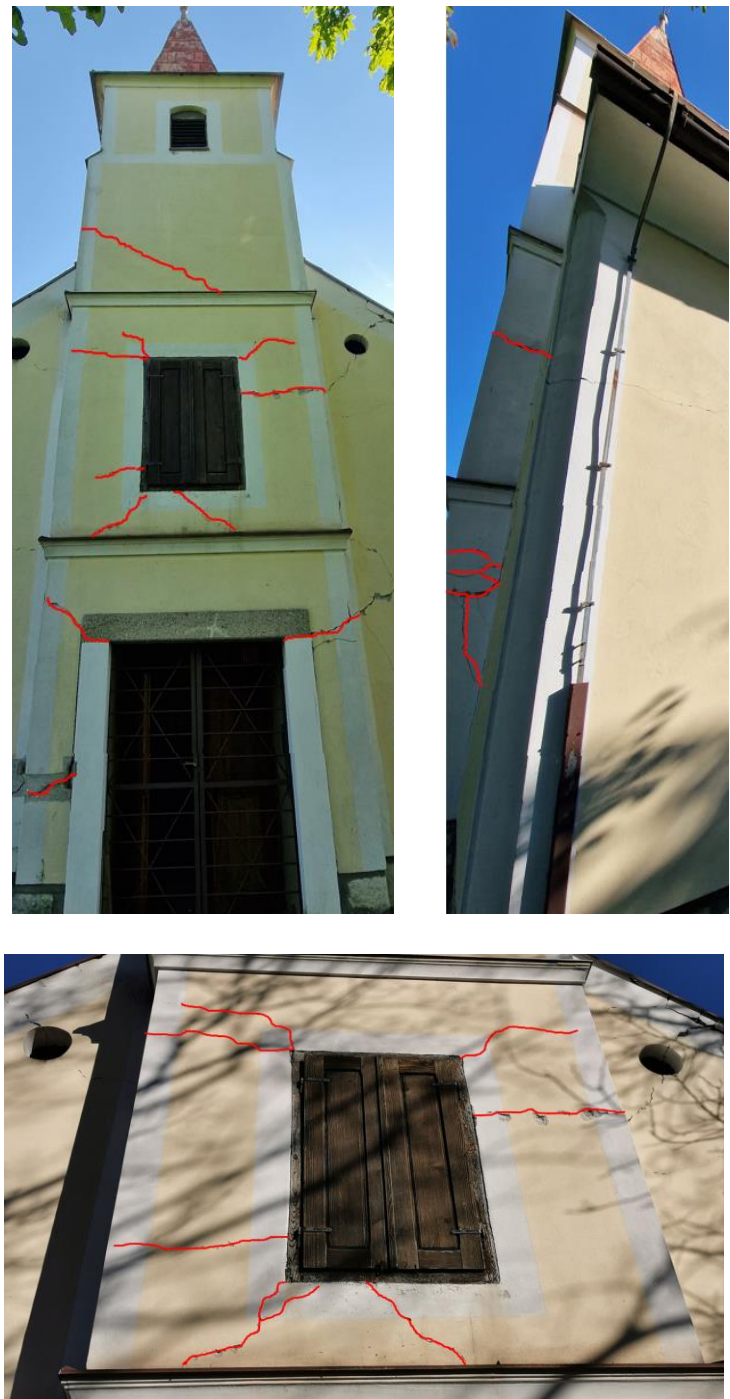
4 Ocjena postojećeg stanja i zatečena potresna otpornost

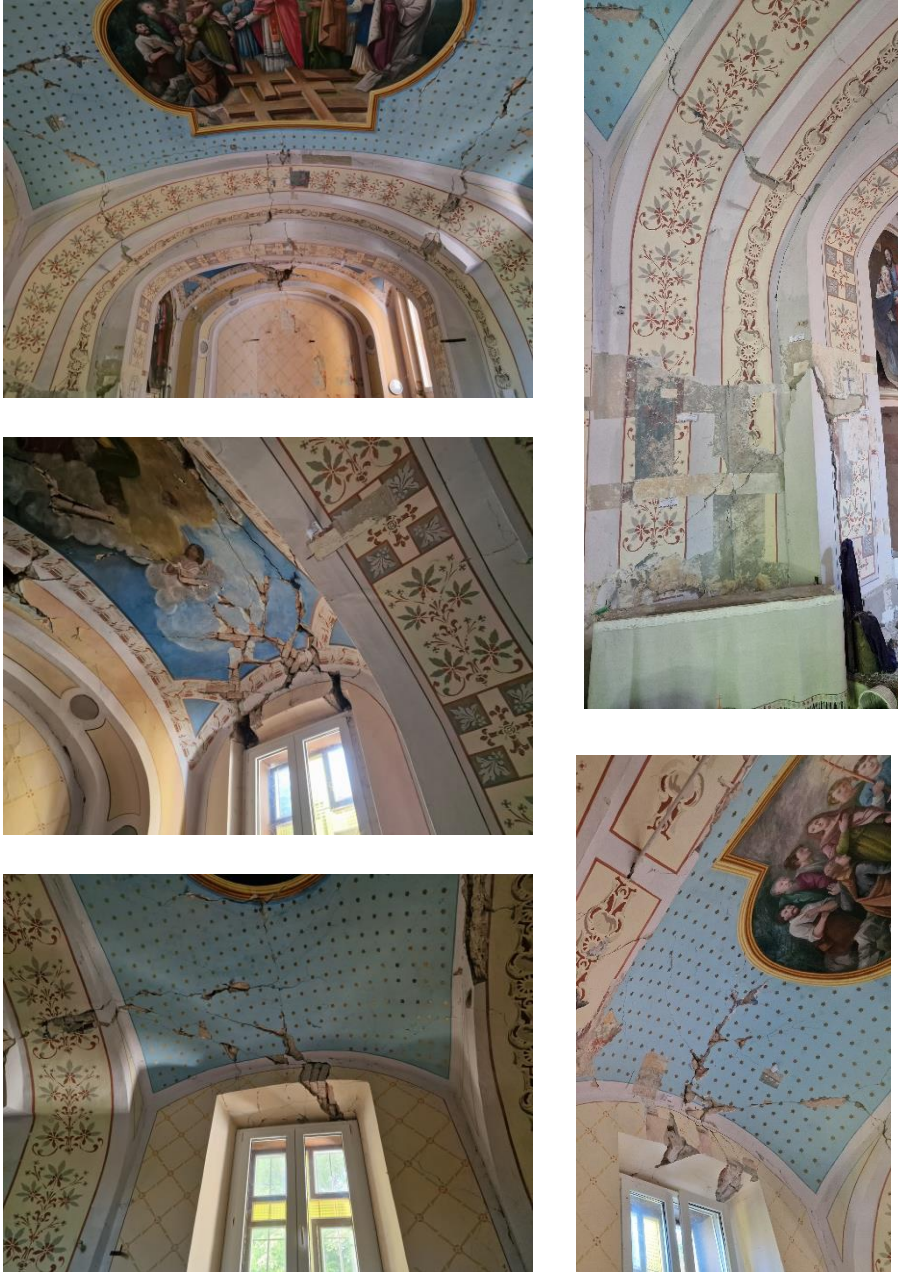
4.1 Vizualni pregled

4.1.1 Vizualni pregled građevine

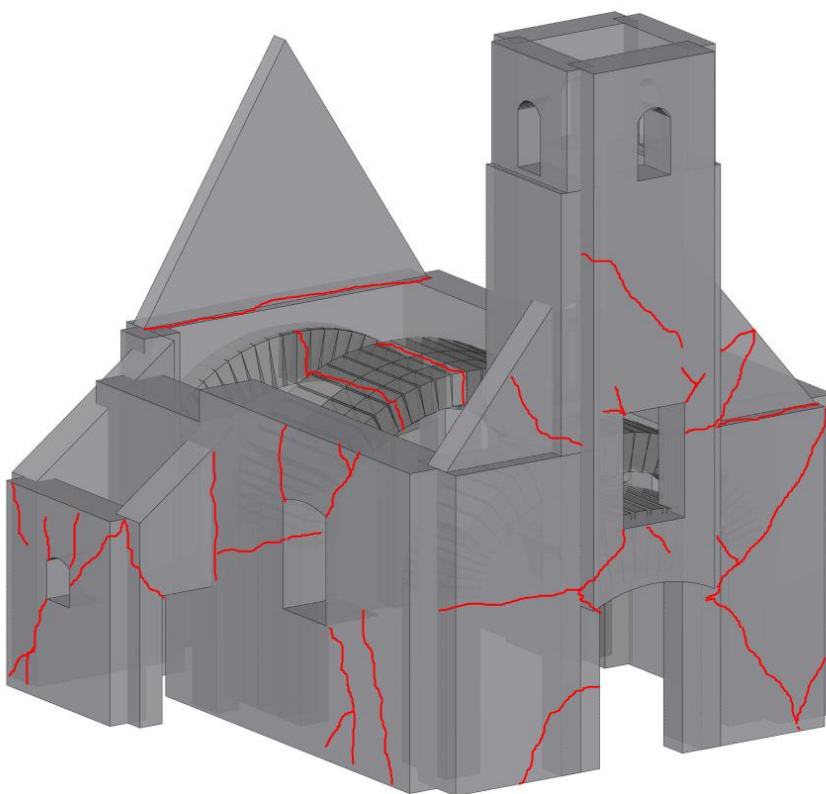
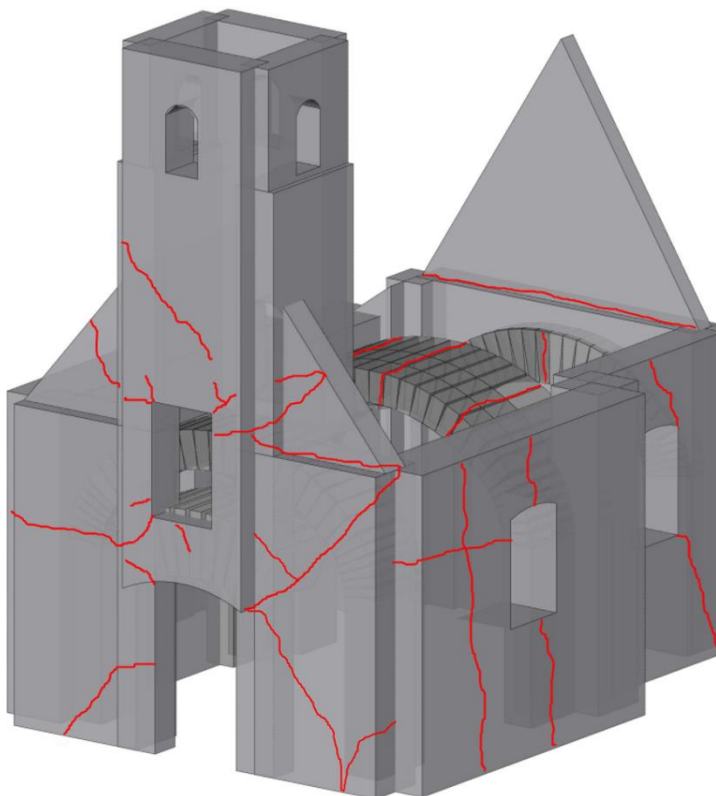
Vizualni pregled i bilježenje oštećenja na nosivoj konstrukciji i nekonstruktivnim elementima kapele izvršen je tijekom 2023. godine. Kao rezultat pregleda utvrđena su konstruktivna i mehanička oštećenja elemenata (pukotine, pomaci i deformacije) te stanje slojeva (žbuke). Na slikama slijedi prikaz karakterističnih oštećenja po tipu otkazivanja, s komentarima i opisom stanja.

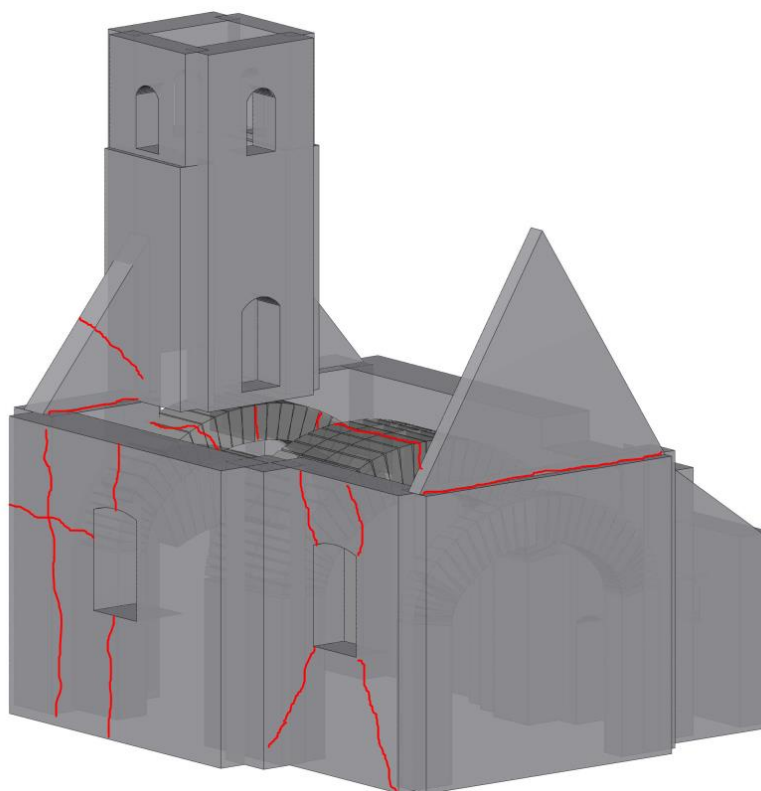
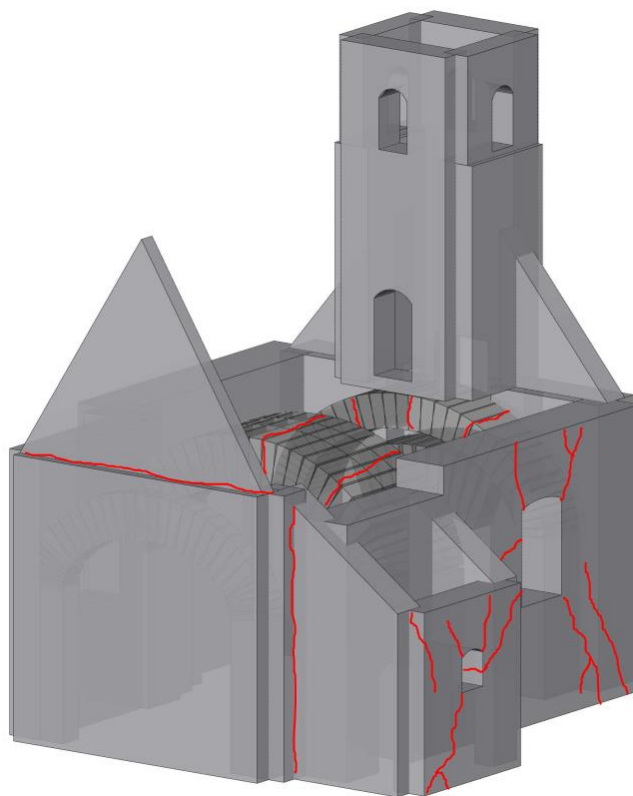
Broj fotografije	Pozicija oštećenja	Fotografija oštećenja
Slika 4-1	Zapadno, južno i sjeverno pročelje	
Opis oštećenja	Dijagonalne i križne pukotine na zidovima ukazuju na posmični slom nastao zbog lošeg osnovnog i vezivnog materijala ziđa koje nema dostatnu nosivost za preuzimanje horizontalnog djelovanja od potresa.	

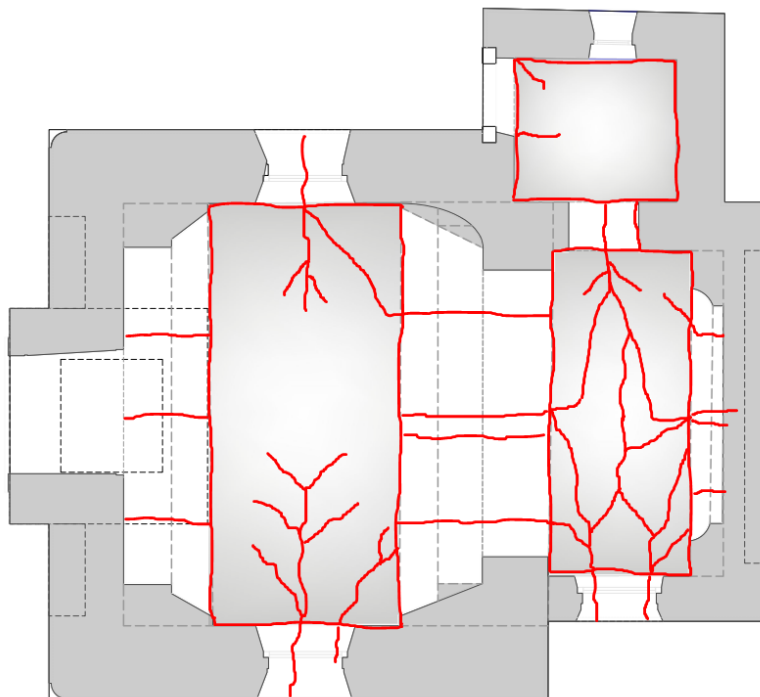
Broj fotografije	Pozicija oštećenja	Fotografija oštećenja
Slika 4-1	Zapadno i južno pročelje tornja	
Opis oštećenja	<p>Na pročeljima tornja vidljive su karakteristične horizontalne i dijagonalne pukotine nastale na mjestima oslabljena u zidu (otvori). U razini vrha zidova glavnog broda vidljiva horizontalna pukotina po čitavom tornju koja ukazuje na otvaranje klizne plohe i posmični otkaz tornja. Vertikalne pukotine vidljive iznad otvora nastale su zbog koncentracije naprezanja uslijed potresa pri čemu dolazi do prekoračenja vlačne čvrstoće osnovnog i veznog materijala.</p>	

Broj fotografije	Pozicija oštećenja	Fotografija oštećenja
Slika 4-3	Lukovi i svodovi	
Opis oštećenja	<p>Problem nedostatka zidova u poprečnom smjeru te izostanak horizontalne dijafragme koja bi ravnomjerno preraspodijelila sile na uzdužne i poprečne zidove, dovodi do značajnog horizontalnog opterećenja na lukove uslijed potresa. Pukotine na karakterističnim mjestima u tjemenu i u trećinama raspona luka ukazuju na otvaranje plastičnih zglobova pri čemu tlačna linija izlazi iz stabilnog ravnotežnog položaja. Uslijed cikličnog djelovanja potresa došlo je do aktivacije horizontalne komponente sile od težine svodova i prekoračenja vlačne čvrstoće osnovnog i vezivnog materijala te izmicanja oslonaca svodova. To je rezultiralo velikim pukotinama i ispadanjem dijelova svodova. Mreža pukotina koja se kontinuirano nastavlja iz lukova i zidova u svodove bočnih brodova dodatno je izražena na mjestima otvora uslijed koncentracije vlačnih naprezanja.</p>	

4.1.2 Prostorni model zgrade s prikazom oštećenja





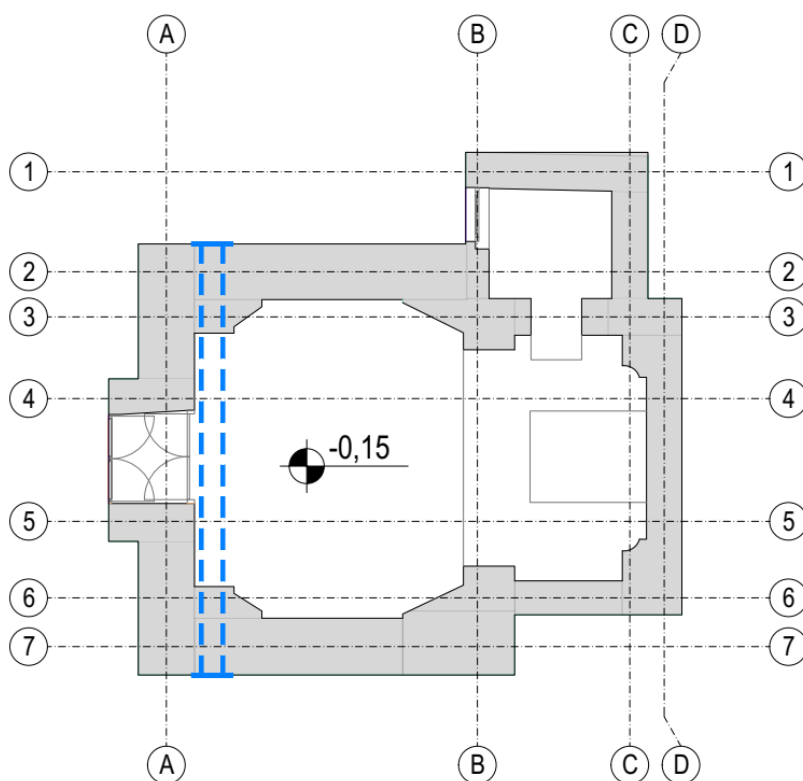


— Pukotine na svodovima

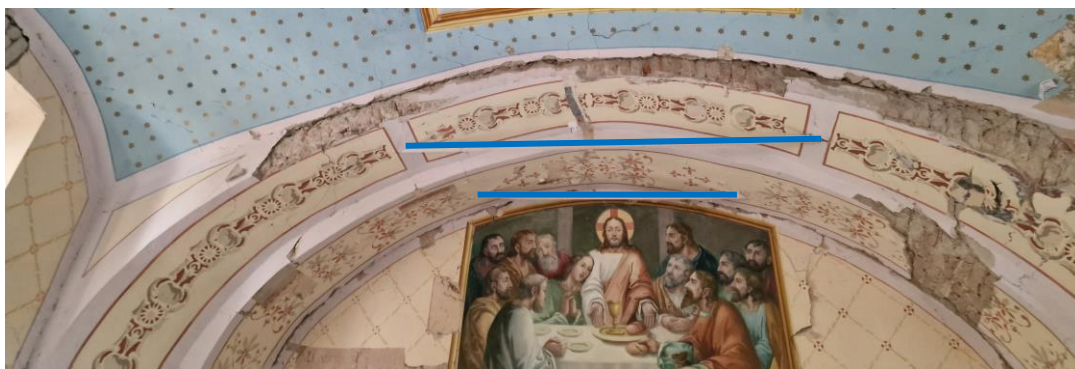
4.1.3 Čelične zatege

Vizualnim pregledom uočene su zatege u brodu kapele koje doprinose mehaničkoj otpornosti i stabilnosti luka pri horizontalnim djelovanjima. Grafički prikaz tlocrtne i poprečne dispozicije zatega nalazi se u nastavku.

Čelične zatege pravokutnog poprečnog presjeka nalaze se na visini od ~4,8 m (luk iznad ulaza u kapelu). Zatege najvjerojatnije pripadaju izvornoj konstrukciji kapele. Vizualnim pregledom nije uočeno provješanje zatega ili površinska korozija te se izvedba može ocijeniti urednom. Kotveni detalji zatega nisu vidljivi zbog izvedbe završne obloge.



Slika 4-1 Tlocrt na razini +3,85 m - položaj utvrđenih zatega (plavo)

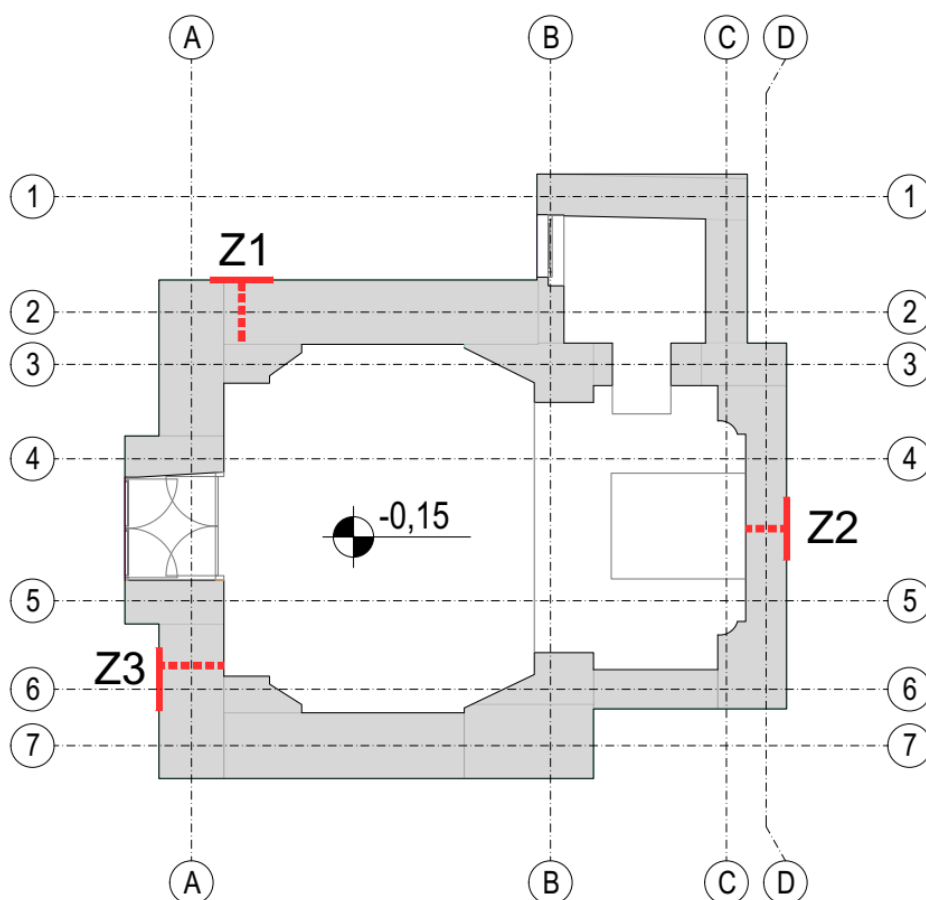


Slika 4-2 Zatege u luku iznad ulaza u kapelu

4.2 Istražni radovi

S ciljem utvrđivanja vrste i kvalitete materijala te potvrde nosivog sustava, izvedeni su istražni radovi na konstrukciji. Istražni radovi uključuju otvaranje površinskih istražnih sondaža na vertikalnim elementima s ciljem utvrđivanja vrste i kvalitete ugrađenog materijala. U nastavku je dan shematski prikaz istražnih mjesta, nakon čega slijede rezultati ispitivanja sa zaključcima.

(Z – zidna sondaža)



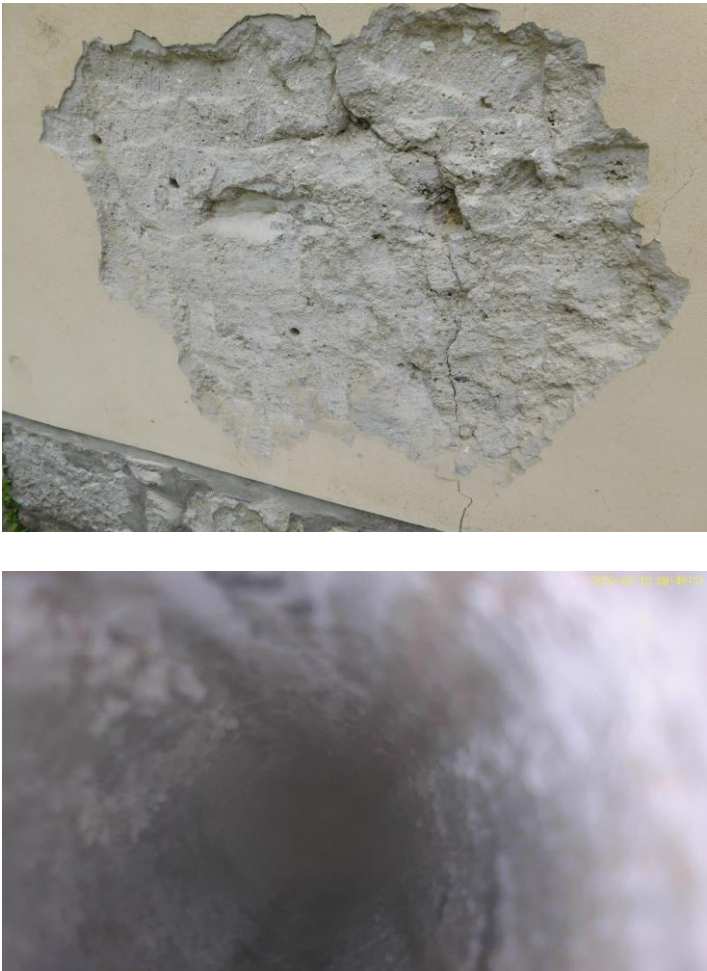
Slika 4-3 Tlocrtni položaj istražnih sondaža – tlocrt na koti $\pm 0,00$ m


Program ispitivanja obuhvatio je sljedeće radove:


1. Otvaranje sloja žbuke na zidovima radi utvrđivanja materijala izvedbe i vrste veza.
2. Utvrđivanje debljine zida bušenjem kroz konstrukciju i vizualna kontrola endoskopiranjem.


4.2.1 Zidne istražne sondeže

Izvršitelj ispitivanja: Examen Lab d.o.o.
Ljudevita Gaja 26A, 10430 Samobor
OIB: 27443820950

Broj istražne sondaže	Pozicija istražne sondaže	Fotografija istražne sondaže
Z1	Sjeverno pročelje	
Opis		<p>Sonda je otvorena u donjem dijelu zida, odnosno cca 10 cm od vrha kamenog sokla i 80 cm od ruba zida na zapadnom pročelju. Građa je bila prekrivena slojem žbuke debljine 1-2 cm.</p> <p>Zide je izvedeno od kamenih blokova (vapnenac) većih dimenzija, pri čemu je raspored horizontalnih i vertikalnih sljubnica nepravilan. Srednja kvaliteta osnovnog i loša kvaliteta vezivnog materijala.</p> <p>Kako bi se utvrdila debljina zida provedeno je bušenje konstrukcije svrdlom duljine 95 cm. Duljina svrdla nije bila dovoljna za probušiti zid, stoga se zaključuje da je debljina zida > 95 cm. Endoskopiranjem zida utvrđeno je kako je zid u cijeloj debljini izgrađen od kamena.</p>

Broj istražne sondaže	Pozicija istražne sondaže	Fotografija istražne sondaže
Z2	Istočno pročelje	
Opis		<p>Sonda je otvorena u donjem dijelu zida, odnosno cca 60 cm od vrha kamenog sokla i 260 cm od ruba zida. Građa je bila prekrivena slojem žbuke debljine 1-2 cm.</p> <p>Ziđe je izvedeno od nepravilnih kamenih blokova (vapnenac) većih dimenzija. Srednja kvaliteta osnovnog i loša kvaliteta vezivnog materijala.</p> <p>Kako bi se utvrdila debljina zida provedeno je bušenje konstrukcije svrdlom duljine 95 cm. Utvrđeno je da je debljina zida < 95 cm. Endoskopiranjem zida utvrđeno je kako je zid u cijeloj debljini izgrađen od kamena.</p>

Broj istražne sondaže	Pozicija istražne sondaže	Fotografija istražne sondaže
Z3	Zapadno pročelje	
Opis		<p>Sonda je otvorena u donjem dijelu zida, odnosno cca 45 cm od vrha kamenog sokla i 100 cm od ulaznih vrata. Građa je bila prekrivena slojem žbuke debljine 1-2 cm.</p> <p>Zide je izvedeno od nepravilnih kamenih blokova (vapnenac) većih dimenzija. Srednja kvaliteta osnovnog i loša kvaliteta vezivnog materijala.</p> <p>Kako bi se utvrdila debljina zida provedeno je bušenje konstrukcije svrdlom duljine 95 cm. Utvrđeno je da je debljina zida 95 cm. Endoskopiranjem zida utvrđeno je kako je zid u cijeloj debljini izgrađen od kamena.</p>

Broj istražne sondaže	Pozicija istražne sondaže	Fotografija istražne sondaže
Z4	Toranj - zapadno pročelje – unutarinja strana	
Opis		<p>Zide je izvedeno kao opečno, pri čemu je raspored horizontalnih i vertikalnih sljubnica nepravilan. Prostor između standardnih blokova opeke popunjavan je manjim kamenim nabačajem. Loša zapunjenost sljubnica. Srednja kvaliteta osnovnog i loša kvaliteta vezivnog materijala.</p> <p>Dimenzija opeke: 24/12/6,5 cm</p>

4.2.1.1 Klasifikacija ziđa

Klasifikacija ziđa sastoji se od detaljnog ocjenjivanja kvalitete ziđa u deset kategorija. Kategorije 1-10 imaju tri moguća ishoda – ispunjeno, djelomično ispunjeno i neispunjeno. Kategorije koje se odnose na mort (*m*, *g*, i *r*) odabiru se prema preporučenim vrijednostima i/ili tablično.

Kategorije ocjenjivanja:

1. **SM** – stanje očuvanosti opečnih ili kamenih elemenata ziđa
2. **SD** – geometrijske karakteristike opečnih ili kamenih elemenata ziđa
3. **SS** – oblik opečnih ili kamenih elemenata ziđa
4. **WC** – poprečni spoj slojeva kod višeslojnog ziđa
5. **HJ** – karakteristike horizontalnih sljubnica ziđa
6. **VJ** – karakteristike vertikalnih sljubnica ziđa
7. **MM** – mehaničke karakteristike morta
8. **m** – faktor kvalitete morta ovisan o tlačnoj čvrstoći morta
9. **g** – faktor debljine morta
10. **r** – faktor kvalitete morta ovisan o tipu djelovanja (vertikalno, van ravnine, u ravnini)

Određivanjem vrijednosti svake od deset kategorija, izračunava se MQI (Masonry Quality Index) prema kojem se iz tabličnih vrijednosti preuzimaju mehaničke karakteristike ziđa za proračun.

MQI (Masonry Quality Index) za kameno i nepravilno opečno ziđe:

$$MQI = m \times SM \times (SD+SS+WC+HJ+VJ+MM)$$


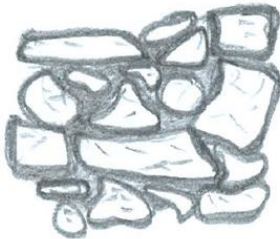

MQI (Masonry Quality Index) za opečno ziđe:

$$MQI = m \times g \times r \times SM \times (SD+SS+WC+HJ+VJ+MM)$$


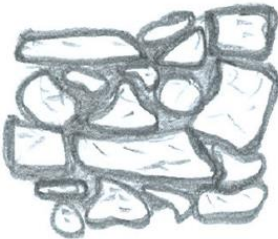

Napomena:

U svrhu analize potresne otpornosti građevine provedena je klasifikacija kamenog ziđa prije i nakon izvedbe zahvata injektiranja ziđa.


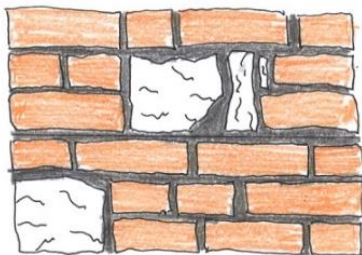
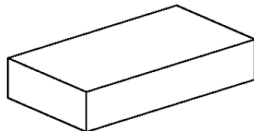
Neinjektirano kameno zide

							FOTOGRAFIJE				
							POGLED				
Zide je izvedeno od nepravilnih kamenih blokova (vapnenac) većih dimenzija. Srednja kvaliteta osnovnog i loša kvaliteta vezivnog materijala.							OPIS				
Mort – vapneni mort							MATERIJALI				
							Dimenzije elemenata: a = - cm b = - cm h = - cm				GEOMETRIJA
HJ	WC	SS	VJ	SD	MM	SM		Vertikalno	Van ravnine	U ravnini	ANALIZA
NF	NF	PF	NF	PF	NF	NF	Kategorija	C	C	C	
							M _i				
							MQI	0,42	0,32	0,53	
							Meh. karakteristike (min-max)	f _m (MPa) 1,14 - 2,04	E (MPa) 649 - 933	T ₀ (MPa) 0,019 - 0,031	

Injektirano kameno ziđe

							FOTOGRAFIJE							
							POGLED							
Ziđe je izvedeno od nepravilnih kamenih blokova (vapnenac) većih dimenzija. Srednja kvaliteta osnovnog i srednja kvaliteta vezivnog materijala.							OPIS							
Mort – vapneni mort							MATERIJALI							
							Dimenzije elemenata: a = - cm b = - cm h = - cm				GEOMETRIJA			
HJ	WC	SS	VJ	SD	MM	SM		Vertikalno	Van ravnine	U ravnini	ANALIZA			
NF	PF	PF	NF	PF	PF	PF	Kategorija	C	C	C				
							M _i							
							MQI	2,5	2,5	2,5				
							Meh. karakteristike (min-max)	f _m (MPa) 1,69-2,90	E (MPa) 887-1268	T ₀ (MPa) 0,033-0,055				

Dominantno opečno zide

							FOTOGRAFIJE					
							POGLED					
Zide je izvedeno kao opečno, pri čemu je raspored horizontalnih i vertikalnih sljubnica nepravilan. Prostor između standardnih blokova opeke popunjavan je manjim kamenim nabačajem. Loša zapunjenost sljubnica. Srednja kvaliteta osnovnog i srednja kvaliteta vezivnog materijala.							OPIS					
Mort – vapneni mort							MATERIJALI					
							Dimenzije elemenata: a = 24 cm b = 14 cm h = 6,5 cm				GEOMETRIJA	
HJ	WC	SS	VJ	SD	MM	SM		Vertikalno	Van ravnine	U ravnini	ANALIZA	
PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	Kategorija	B	B	B		
							M _i					
							MQI	2,7	3,6	4,2		
							Meh. karakteristike (min-max)	f _m (MPa)	E (MPa)	T ₀ (MPa)		
								1,79-3,05	926-1323	0,042-0,071		

Zaključak klasifikacije зида:

Klasifikacijom зида i određivanjem mehaničkih karakteristika potvrđena je pretpostavka vizualnog pregleda o stanju зида. U većem dijelu građevine radi se o dominantnoj kamenoj strukturi зида, uz prisutnost opečnog зида na zidovima tornja. Izvorna kamena građa je loše kvalitete, nepravilne strukture i s mortom srednje kvalitete (nakon provedenih radova injektiranja).

Tablica 10.1 Približne vrijednosti mehaničkih svojstava staroga postojećeg зида [10.A2], [10.T3]

Vrsta зида: zidni elementi i mort	Tlačna čvrstoća (N/mm ²)	Vlačna čvrstoća (N/mm ²)	Modul elastičnosti (N/mm ²)	Modul posmika (N/mm ²)
Dvoslojno kameno зиде u blatnom vapnenom mortu	0,3	0,02	200	65
Kamen u vapnenom mortu	0,5	0,08	1000	90
Miješani, kamen i opeka u vapnenom mortu	0,9	0,08	1000	90
Opeka u vapnenom mortu	2,0	0,09	800	50
Puna opeka MO10 i mort MM 0,5	2,0	0,04	250	40
Puna opeka MO15 i mort MM 2,5	2,5	0,18	800	200
Laki keramički blok MO 7,5 i mort MM 2,5	5,0	0,30	4500	500
Modularni blok MO 15 i mort MM 2,5	2,5	0,12	5000	300
Modularni blok MO 15, i mort MM 5	3,0	0,18	5000	300
Keramzitni blok MO 7,5 i mort MM 5	3,5	0,27	5000	500
Betonski blok MO 7,5 i mort MM 5	4,0	0,27	6000	600
Puna opeka – staro зиде, MO 10, MM1,0	2,0	0,09	800	50

Slika 4-4 Približne vrijednosti mehaničkih svojstava staroga postojećeg зида [Zidane konstrukcije, Sorić Z.]

Preporučene vrijednosti korištenja mehaničkih karakteristika зида iz klasifikacije:

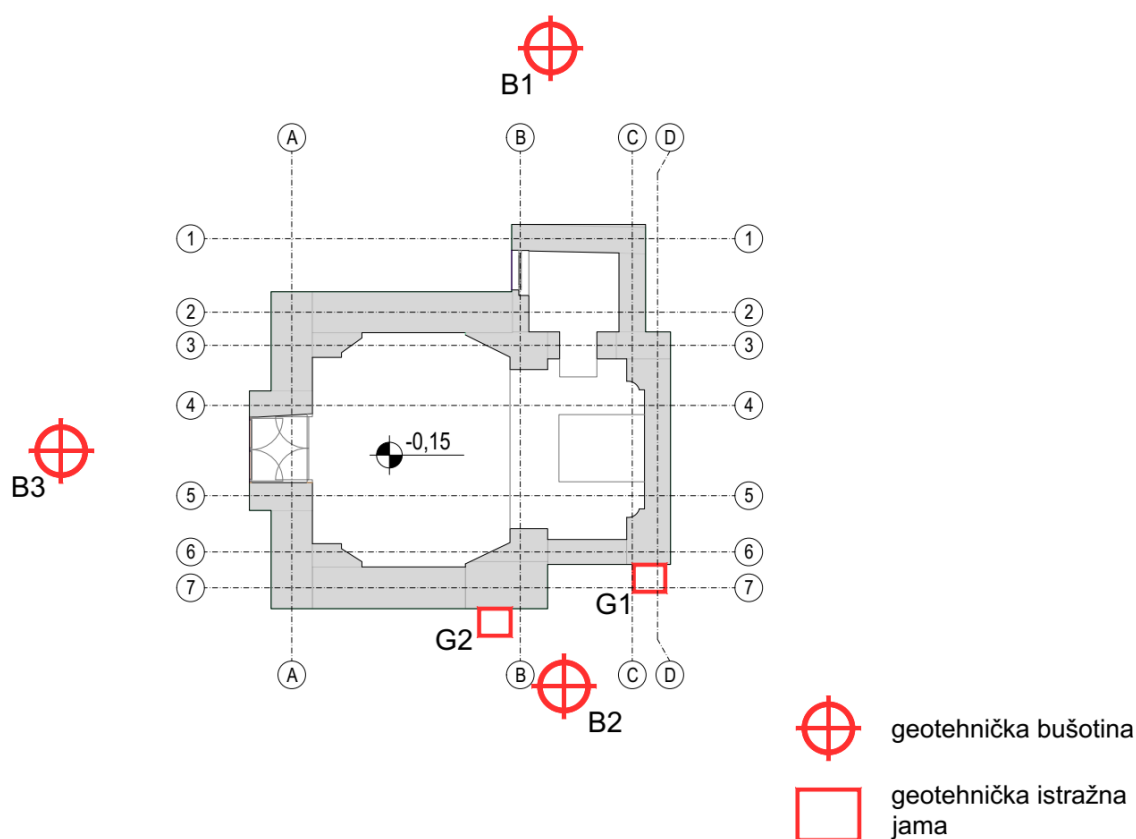
VRSTA ZIDA	Tlačna čvrstoća f_m (MPa)	Modul elastičnosti E (MPa)	Posmična čvrstoća T_0 (MPa)	Modul posmika G (MPa)	Vlačna čvrstoća f_t (MPa)
Neinjektirano kameno зиде	1,14-2,04	649-933	0,019-0,031	90	0,08
Injektirano kameno зиде	1,69-2,90	887-1268	0,033-0,055	90	0,08
Dominantno opečno зиде	1,79-3,05	926-1323	0,042-0,071	50	0,09

4.2.2 Geotehnički istražni radovi

Izvršitelj ispitivanja: Institut d.d.
Janka Rakuše 1, 10 000 Zagreb
OIB: 79766124714

Examen Lab d.o.o.
Ljudevita Gaja 26A, 10430 Samobor
OIB: 27443820950

Geotehnički istražni radovi vrše se radi utvrđivanja vrste i kvalitete tla te dubine temeljenja konstrukcije. U nastavku se prikazuje položaj geotehničkih sondaža te rezultati istražnih radova.



Slika 4-5 Položaj geotehničkih bušotina i istražnih jama

Sastav i karakteristike temeljnog tla

Površinski sloj čini sloj humusa (debljine do cca 10 cm). Nakon toga slijede:

GEOTEHNIČKA SREDINA 1

Ispod sloja humusa, do dubina; 1,90 m (KGR-1), 7,15 m (KGR-2) i 6,80 m (KGR-3) registriran je sloj praha pjeskovitog (**ML-SM**). PRAH, niskoplastičan, polučvrstog do čvrstog konzistentnog stanja, do PIJESAK, prahovit, srednje zbijen, dok je materijal s dubinom zbijen;

in situ:
broj udaraca SPP-a $N_{60} = 29-44$

ML-SM Laboratorij:
- prirodna vlaga: $w_0 = 15.30-29.41\%$
- granica tečenja: $w_l = 47.93-67.05\%$
- granica plastičnosti: $w_p = 24.18-31.04\%$
- indeks plastičnosti $I_p = 13.30-39.75\%$
- granulometrijski sastav: šljunak 0-0.42%, pijesak 25.84-51.87%, prah 40.45-68.38%, glina 5.78-8.98%

GEOTEHNIČKA SREDINA 2

Do dna bušenja od 10,00 m, registriran je sloj visoko plastične gline do praha (**CH, CH-MH**). GLINA do PRAH je polučvrstog do čvrstog konzistentnog stanja, izmjenjena sive i smeđe boje s proslojcima crvenosmeđe boje; sadrži pijeska; sadrži Fe i Mn konkekcije

in situ:
broj udaraca SPP: $N_{60} = 16-40$ udaraca

CH; CH-MH Laboratorij:
- izravni posmik (IP): $c' = 28$ kPa, $\phi' = 22.1^\circ$
- jednoosna tlačna čvrstoća: $q_u = 306-433$ kPa
- granulometrijski sastav: šljunak 0-0.70%, pijesak 7.41-25.49%, prah 56.91-80.95%, glina 5.59-28.49%

Zaključak

- Za potrebe izrade projekta sanacije kapele Sv. Križa na području Novoselečkih vinograda u Zagrebu, provedena su geotehnička istraživanja koja su uključivala izvedbu tri istražne bušotine s jezgrovanjem do dubine 10 m, te inženjerskogeološko kartiranje jezgre i površine terena predmetnog područja.
- Predmetna kapelica smještena je na vrhu hrpta izduženog i razvedenog brežuljka, omeđenog brojnim potočnim dolinama sa istočne i zapadne strane (potok Jalšavec), koji se spuštaju niz južne padine Medvednice.
- Teren izgrađuju pliocenske naslage (PI_1) koje su u donjem dijelu (donjem pontu) zastupljene laporima, glinovitim laporima i laporovitim glinama, a u gornjem dijelu (gornjem pontu) pretežno pijescima, te siltovima, siltoznim pijescim i pjeskovitim siltovima.
- Pojave vode u bušotini tijekom bušenja nije bilo. Pojava vode na površini terena, kao ni uz rub ili u donjem dijelu padine za vrijeme istraživanja nije zapažena.
- Uže područje kapele nalazi se na izdignutom prostoru u odnosu na okolni teren, a smješteno je na južnom rubu brežuljka, odnosno hrptu južnih obronaka Medvednice koji je izdužen pravcem približno sjever-jug. Sa tri strane hrbat odvajaju potočne doline dok je prema sjeveru spojen s ostatkom izduženog brijega.
- Sama površina terena oko kapele je uređena, sa betonskim stazama i parkiralištem ispred. Prostor oko kapele je pomalo skučen, jer se vrlo blizu sa zapadne i istočne strane nalazi rub relativno strmih padina iz kojih rastu visoka stabla. Istočni i južni dio je prilično zarastao u grmlje. Na površini tla uz temelj kapele nisu vidljiva oštećenja i nepravilnosti, bilo zbog potresa ili nastala prirodno. Nisu vidljive pukotine u tlu, kao ni slijeganje tla.
- Prema svemu istraženom da se zaključiti da područje kapelice nije okarakterizirano kao klizište, uz uvjet da se ne dira raslinje i/ili ne vrše nekontrolirano iskopi u neposrednoj blizini. Mehaničke karakteristike temeljnog tla su jako dobre i može podnijeti puno veća opterećenja od same kapele.



Geotehnička istražna jama G1

POZICIJA	Temelj na spoju južnog i istočnog zida kapele.
OPIS	Strojnim otkopavanjem temelja utvrđeno je da je temelj izvedene od kamenih blokova dubine 30 cm ispod razine kote okolnog terena. Provelo se bušenje temelja okomito na njegovu površinu, svrdlom duljine 95 cm. Svrdlo je u konstrukciju ubušeno u punoj duljini što nije bilo dovoljno za probušiti kameni temelj do njegove suprotne površine, što je potvrđeno i endoskopiranjem. Time se može zaključiti kako su temelji poprečne širine <95 cm, kao i zid kapele.
SKICA	
FOTOGRAFIJA	


Geotehnička istražna jama G2


POZICIJA	Temelj kapele ispod južnog zida.
OPIS	Strojnim otkopavanjem temelja utvrđeno je da je temelj izvedene od kamenih blokova dubine 30 cm ispod razine kote okolnog terena. Provelo se bušenje temelja okomito na njegovu površinu, svrdlom duljine 95 cm. Svrdlo je u konstrukciju ubušeno u punoj duljini što nije bilo dovoljno za probušiti kameni temelj do njegove suprotne površine, što je potvrđeno i endoskopiranjem. Time se može zaključiti kako su temelji poprečne širine <95 cm, kao i zid kapele. Razlika u visini parapetnog zida pripisuje se prilagodbi nagiba terena.
SKICA	
FOTOGRAFIJA	

4.2.3 Ocjena stanja drvenih konstrukcija

Broj fotografije	Pozicija	Fotografija
Slika 4-6	Krovište iznad broda	
		
Opis		<p>Konstruktivni sustav nosive konstrukcije krovišta iznad broda je dvostruka visulja. Visulje se nalaze na osnovnom razmaku od 1,70, 1,50 i 3,25 m i raspona su 6,0 m. Građa je tesana crnogorica slabe kakvoće s izraženim dugim i uskim pukotinama nastalim zbog rasušivanja te površinskim naznakama biološkog truljenja i vlaženja. Zapaženo je lokalno pojačavanje konstrukcije krovišta pretežno rogova koji su obostrano pojačani daskama prilikom prethodnih popravaka uz nepoštovanje pravila struke. U geometriji krovišta uočavaju se deformacije veznih greda te rogova koji su sanirani dodavanjem navedenih pojačanja. Većina spojeva nije funkcionalna i kvaliteta izvedbe je na jako niskoj razini (spojevi nisu osigurani od cikličkih opterećenja uslijed potresa).</p>

Broj fotografije	Pozicija	Fotografija
Slika 4-7	Ležajna konstrukcija	
Opis	Vizualnim pregledom uočeno je da je konstrukcija ležaja na mnogim mjestima oštećena i podložna truleži. Spojevi kosnika i rogova na ležajnu gredu nisu izvedeni u skladu sa pravilima izvedbe.	

Broj fotografije	Pozicija	Fotografija
Slika 4-8	Uzdužna i poprečna stabilizacija krova	
Opis	Uzdužna stabilizacija krovšta ostvarena je rukama na svakom stupu punog veza. U poprečnom smjeru, stabilizacija je osigurana izvedbom kosnika u sustavu visulje. Spojevi su izrađeni neadekvatno, tj. bez osiguranja od izvlačenja uslijed djelovanja potresa ili uslijed pomicanja tijekom vremena.	

Broj fotografije	Pozicija	Fotografija
Slika 4-9	Toranj	
Opis		<p>Drvena konstrukcija kape tornja koja je bila dostupna vizualnom pregledu, izvedena je od tvrdog drveta s dobrom kvalitetom izvedbe. Spojevi drvenih elemenata dodatno su osigurani čeličnim skobama. Na drvenu konstrukciju zavješena su dva zvona. Predlaže se demontaža kape tornja i dodatna provjera kvalitete i kakvoće drvenih elemenata uz lokalno pojačanje ili potpunu zamjenu ukoliko se to pokaže neophodnim. Također, prilikom ponovne montaže kape tornja, istu je potrebno adekvatno usidriti u zidove te hidroizolirati uz prethodnu izvedbu armiranobetonskog serklaža po obodu zida.</p>

Zaključak:

Uslijed deformacija konstruktivnih elemenata i gubitka geometrije krovišta opće stanje drvene konstrukcije krovišta može se ocijeniti kao loše. Krovna ploha je vidno deformirana i nakon izvedenih zahvata na pojačanju i vraćanju geometrije rogova u ispravan položaj prilikom popravaka u prošlosti. Na svim elementima uočeno je površinsko oštećenje te nepravilna izvedba i nedostatak osiguranja spojeva od izvlačenja u punim vezovima. Stoga se predlaže potpuna zamjena krovišta sa novom konstrukcijom kvalitete drveta C24 sa zadržanim gabaritima i oblikovanjem.

Stanje dijela krovišta tornja koja nisu bila dostupna pregledu se također pretpostavlja zadovoljavajuće po uzoru na vidljivi dio iz tornja uz predviđanje intervencija u obliku pojačanja spojeva i lokalnih zamjena dotrajalih i trulih elemenata, prilikom demontaže kape. Prilikom dodatnih provjera tokom demontaže kape ukoliko se utvrdi dotrajalost i prisutnost truleži na većem dijelu konstruktivnih elemenata neophodna je potpuna zamjena drvenog krovišta tornja.

Kvaliteta drvene građe glavnog broda kapele se pretpostavlja C18, dok je drvna građa kape tornja tvrdo drvo D30 (hrast) s obzirom na period građenja, lokaciju i iskustvo na građevinama sličnih konstrukcijskih karakteristika te vizualni pregled konstrukcije.

4.3 Analiza zatečene potresne otpornosti

4.3.1 Opis nedostataka građevine

Izvorni i stečeni nedostaci građevine posljedica su koncepcije, tehnike gradnje i korištenih materijala. Upravo su pozicije nedostataka pozicije na kojima se očekuje otvaranje lokalnih mehanizama otkazivanja. Prilikom provedenog vizualnog pregleda te istražnih radova uočeni su sljedeći izvorni i stečeni nedostaci:

- 1) izostanak horizontalne dijafragme (koju formira međukatna konstrukcija adekvatno povezana sa zidovima),
- 2) zidani svodovi i lukovi neprikladni za preuzimanje cikličkog potresnog opterećenja,
- 3) izostanak vertikalnih i horizontalnih serklaža povrh zidova broda kapele,
- 4) mehanizam otkazivanja visokih bočno nepridržanih zidova pročelja van ravnine,
- 5) posmični slom zidova tornja uz naznake klizne plohe na gornjoj trećini,
- 6) nedostatna mehanička otpornost i stabilnost krovništva,
- 7) korištenje različitih materijala u konstrukcijskom sustavu.

4.3.2 Kontrola zatečene potresne otpornosti

Nelinearna statička analiza provedena je u programu HiStrA. Debljine modeliranih zidova i svodova usvojene su na temelju snimaka postojećeg stanja, dok su mehaničke karakteristike materijala definirane prema provedenim istražnim radovima.

Push-over analiza provedena je za sljedeća granična stanja:

- Granično stanje blizu rušenja za povratni period od 2475 godina
- Granično stanje značajnog oštećenja za povratni period od 475 godina
- Granično stanje ograničenog oštećenja za povratni period od 225 godina

Analiza je prekinuta u trenutku dosezanja maksimalnih definiranih pomaka ili u trenutku pada poprečne sile (eng. base shear) za 20 %, čime je definirana sposobnost konstrukcije za granično stanje blizu rušenja. Sposobnost konstrukcije za granično stanje značajnog oštećenja jednaka je $\frac{3}{4}$ najveće sposobnosti konstrukcije za granično stanje blizu rušenja, dok je za granično stanje ograničenog oštećenja sposobnost definirana kao granica popuštanja idealiziranog elastično-savršeno plastičnog odnosa sila-pomak istovrijednog sustava s jednim stupnjem slobode.

Ulazni podaci

Klasa uporabe: III

Prigušenje: 5%

Tip tla: C

Topografski tip: T1 – ravan teren

Materijali:

Zidovi kapele modelirani su kao kameno zid. Svodovi, lukovi i toranj izvedeni su od dominantnog opečnog zida. Čelične zatege modelirane su na mjestima postojećih, u ravni luka ispod tornja, s ekvivalentnom površinom poprečnog presjeka.

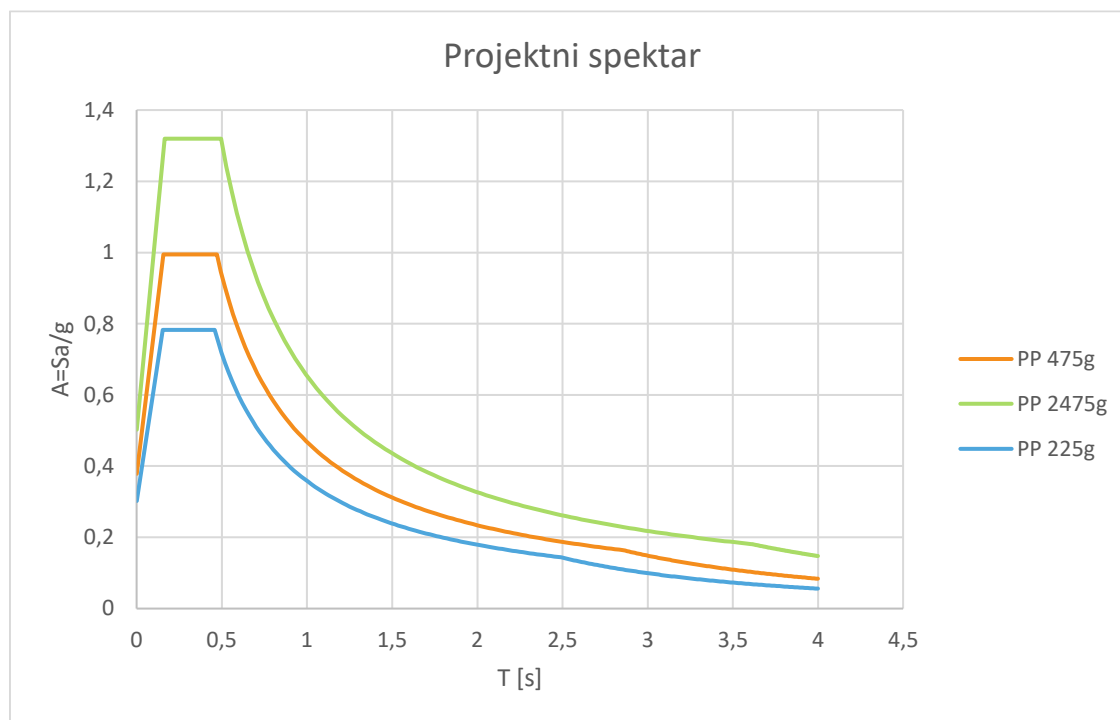
	W	E	G	Fm	Ftm	Tau0
	kNm ⁻³	Nmm ⁻²	Nmm ⁻²	Ncm ⁻²	Ncm ⁻²	Ncm ⁻²
Kamen	19	649	50	114	8	2
Opeka	18	624	50	109	18	2
Čelik	78,5	210000	81000	23500	23500	-

Tablica 4-1 Potresna analiza

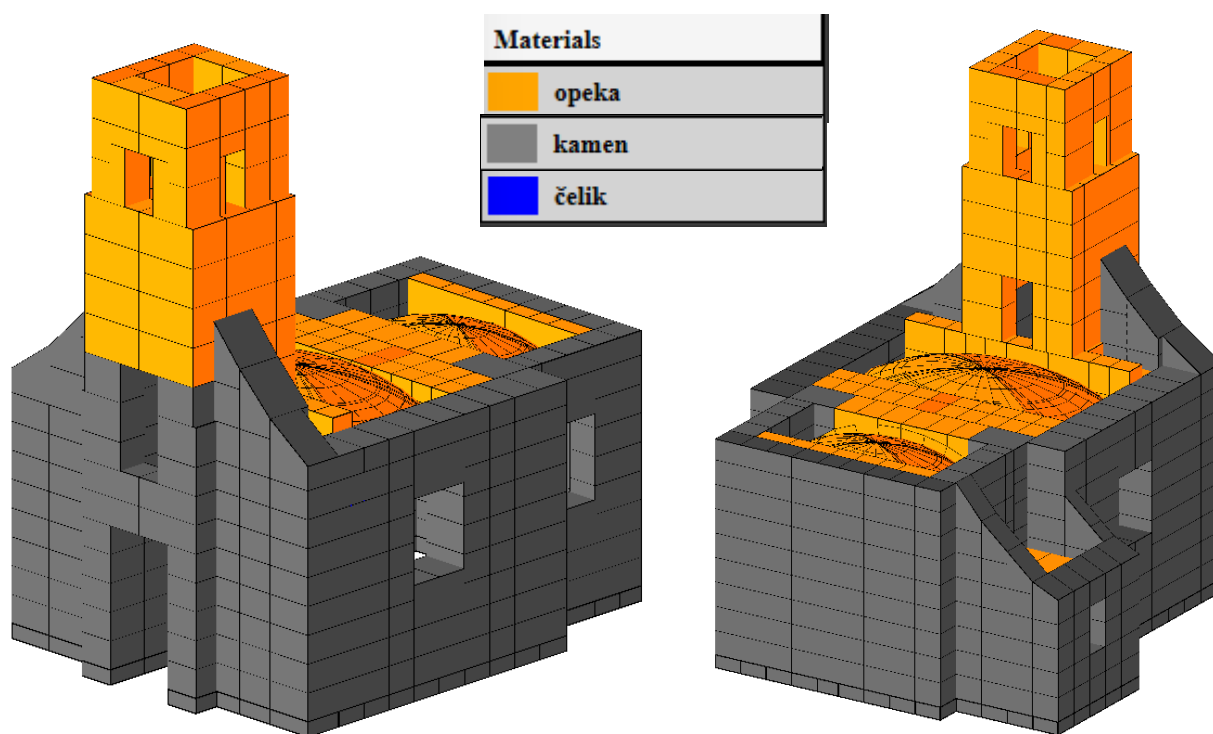
Ime	Opis	Početak analize	Kombinacija	Seizmička	Smjer	Distribucija
Vert	Osnovna analiza usvojena za sve analize izvedene iz seizmičke kombinacije	-	SEIZMIČKA	Ne	-Z	Sila
Pushover	Seizmička analiza u smjeru +X s raspodjelom sile proporcionalnom masama	Vert	SEIZMIČKA	Da	+X	Sila
Pushover	Seizmička analiza u -X smjeru s raspodjelom sile proporcionalnom masama	Vert	SEIZMIČKA	Da	-X	Sila
Pushover	Seizmička analiza u smjeru +Y s raspodjelom sile proporcionalnom masama	Vert	SEIZMIČKA	Da	+Y	Sila
Pushover	Seizmička analiza u -Y smjeru s raspodjelom sile proporcionalnom masama	Vert	SEIZMIČKA	Da	-Y	Sila
Modal	Modalna analiza	-	SEIZMIČKA	Da	+X	Sila

Tablica 4-2 Granična stanja

Granično stanje	Pvr %	Tr [year]	Ag/g	Fo	Tc* [s]	Eta	S	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]	Te [s]	Tf [s]
Granično stanje ograničenog oštećenja	10	225	0,223	2,594	0,290	1	1,353	0,153	0,458	2,492	6	10
Granično stanje značajnog oštećenja	10	475	0,314	2,628	0,302	1	1,205	0,157	0,470	2,856	6	10
Granično stanje blizu rušenja	5	2475	0,502	2,629	0,326	1	1,000	0,165	0,495	3,608	6	10

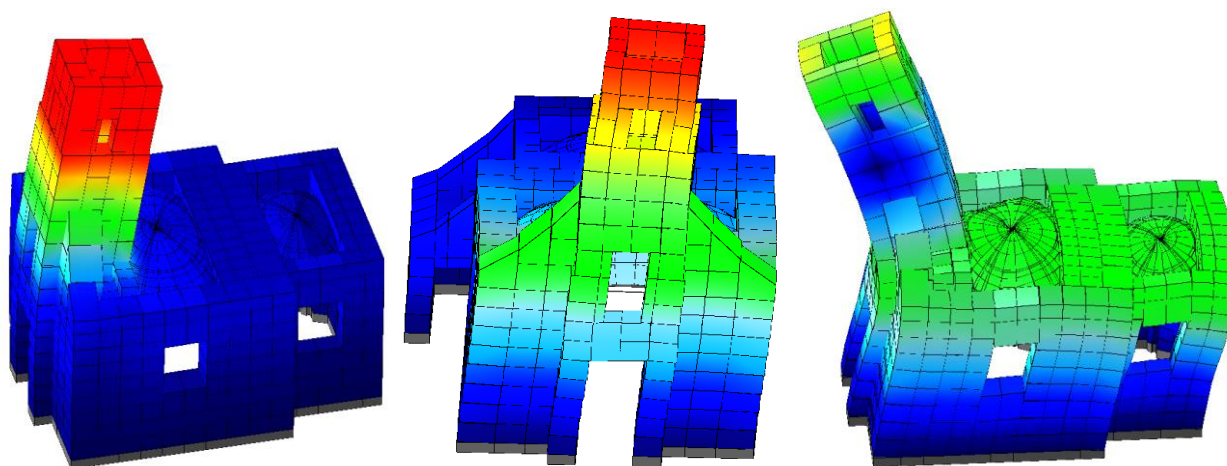


Slika 4-10 Projektni spektar



Slika 4-11 3D prikaz modela

Modalna analiza





Slika 4-12 Oblici titranja $T_1 = 0,37 \text{ s}$, $T_2 = 0,21 \text{ s}$, $T_3 = 0,14 \text{ s}$

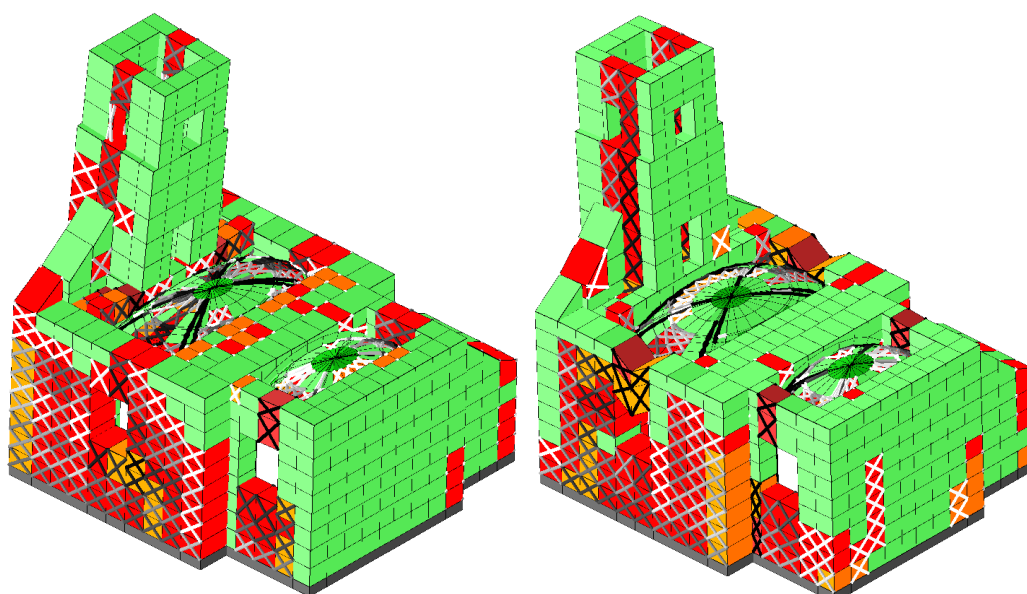
Oblici titranja kao i njihovi periodi su očekivani i primjereni za tip i oblik konstrukcije. Toranj u odnosu na ostatak kapele je znatno podatniji.

Pushover analiza

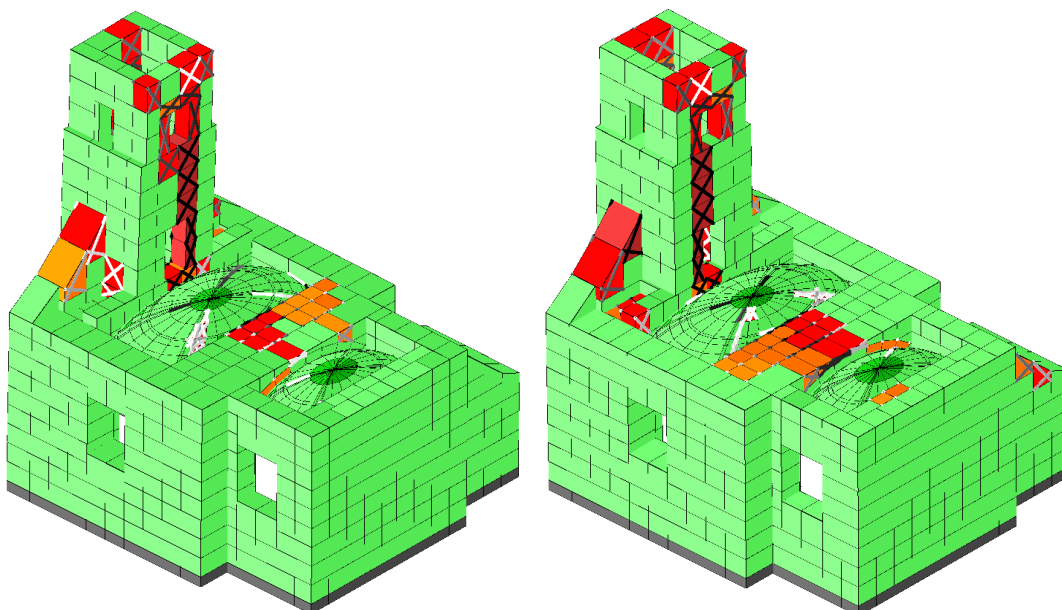
Nakon provedene pushover analize prvo su utvrđena moguća oštećenja na konstrukciji i oblici otkazivanja elemenata, a zatim su prikazane pushover krivulje za svaki smjer potresa iz kojih se zaključuje ponašanje konstrukcije uslijed potresnog opterećenja. Na kraju poglavlja je rekapitulacija s izraženim otpornostima kapele za pojedini smjer potresnog opterećenja te globalna otpornost.

Tip oštećenja	Razina oštećenja	
	Niska	Visoka
Dijagonalno otkazivanje		

Klizanje ploha	
----------------	--



Slika 4-13 Prikaz oštećenja - Push-over u smjeru +x i -x



Slika 4-14 Prikaz oštećenja - Push-over u smjeru +y i -y

Na prethodnim slikama su vidljiva oštećenja uslijed potresnog opterećenja za svaki smjer.

U slučaju potresa u smjeru x vidljivo je značajno raspucavanje uzdužnih zidova kapele kao i svodova. Toranj isto tako posjeduje otvorene pukotine po visini u zidovima u smjeru potresa. U smjeru y najviše stradava toranj i središnji luk kapele gdje se otvaraju plastični zglobovi.

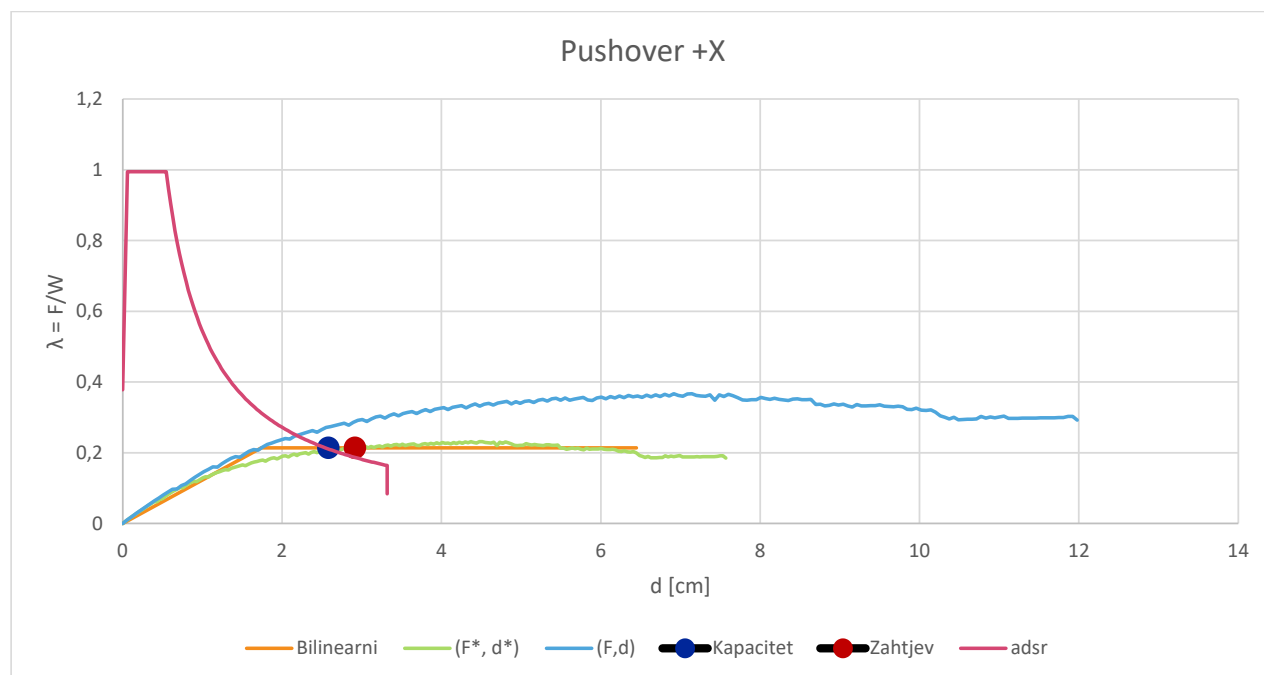
Kada bi se superponirala oštećenja svih smjerova potresa, oštećenja bi se poprilično poklopila sa stvarnim oštećenjima – raspucavanja uzdužnih zidova i svodova, značajne pukotine na sakristiji i otvorene pukotine oko otvora. Isto tako stražnji zid kapele gdje je apsida, prema modelu, nema značajnih oštećenja, kao u stvarnosti.

Procjena seizmičke ranjivosti – PP 475 godina

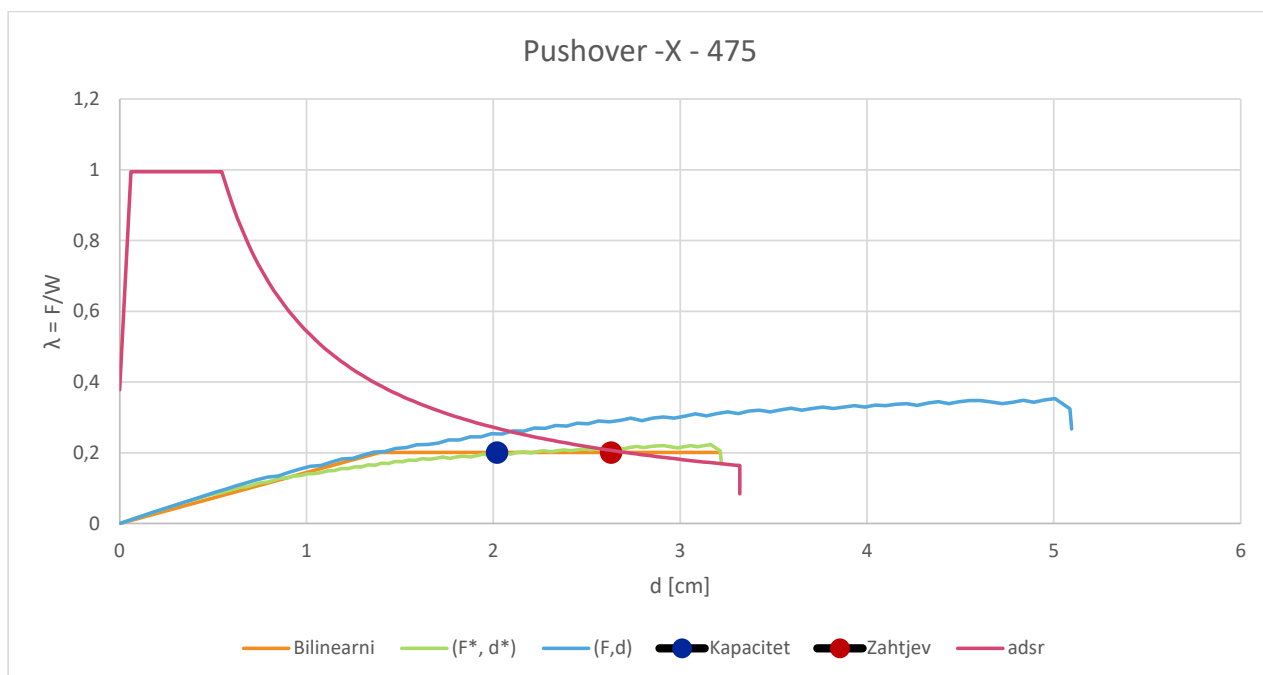
Na slikama u nastavku prikazane su push-over krivulje stvarnog sustava (sustava s više stupnjeva slobode – plava linija), reduciranog sustava (sustav s jednim stupnjem slobode – zelena linija) te ekvivalentna bilateralna krivulja (narančasta krivulja). Označene su i vrijednosti kapaciteta pomaka (tamno plava točka) te zahtijevanog pomaka (crvena točka). U tablici je zatim dana rekapitulacija te odnos kapaciteta i zahtjeva za svaku analizu, tj. svaki od smjerova potresnog djelovanja.

Kapacitet konstrukcije, tj. maksimalni pomak za granično stanje značajnog oštećenja određuje se u programu HiStrA kao pomak koji iznosi 75 % pomaka graničnog stanja blizu rušenja. Maksimalni pomak graničnog stanja blizu rušenja određuje se kao pomak koji odgovara vrijednosti sile od 80 % maksimalne poprečne sile.

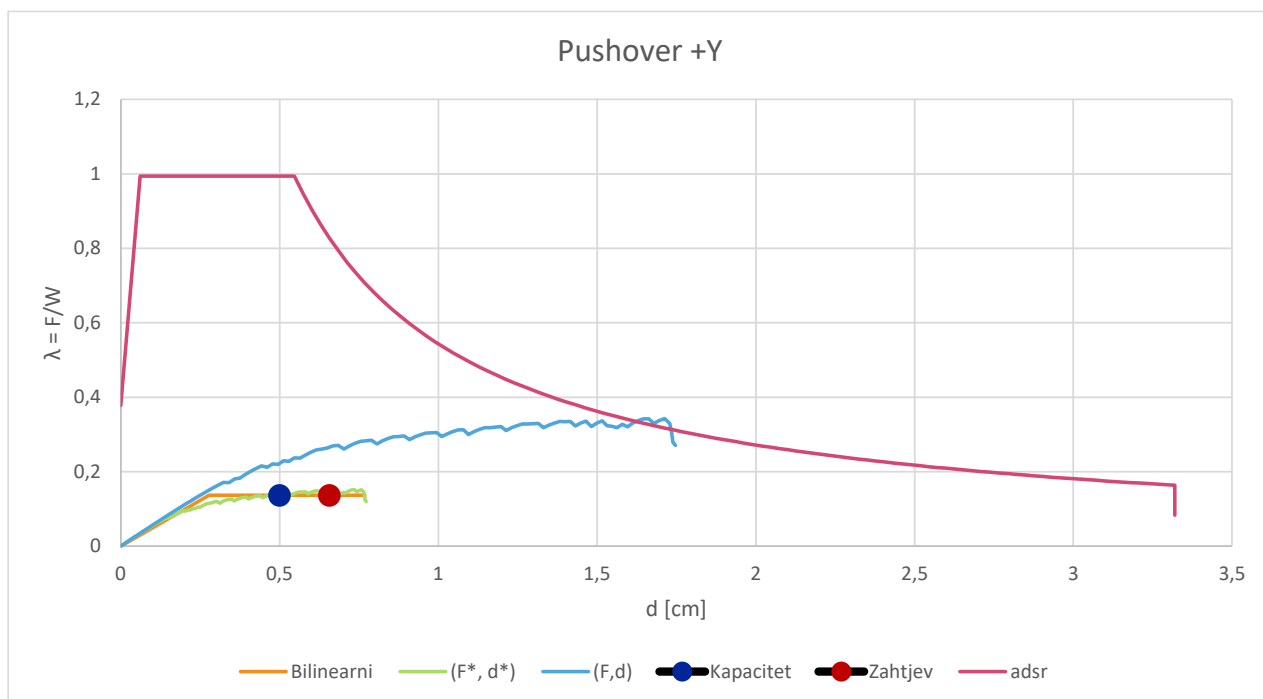
Zahtijevani pomak određuje se na temelju proračunskog spektra odziva za promatrani povratni period za prvi perioda osciliranja. Uspoređujući kapacitet i zahtjev pomaka određuje se seizmička ranjivost konstrukcije.



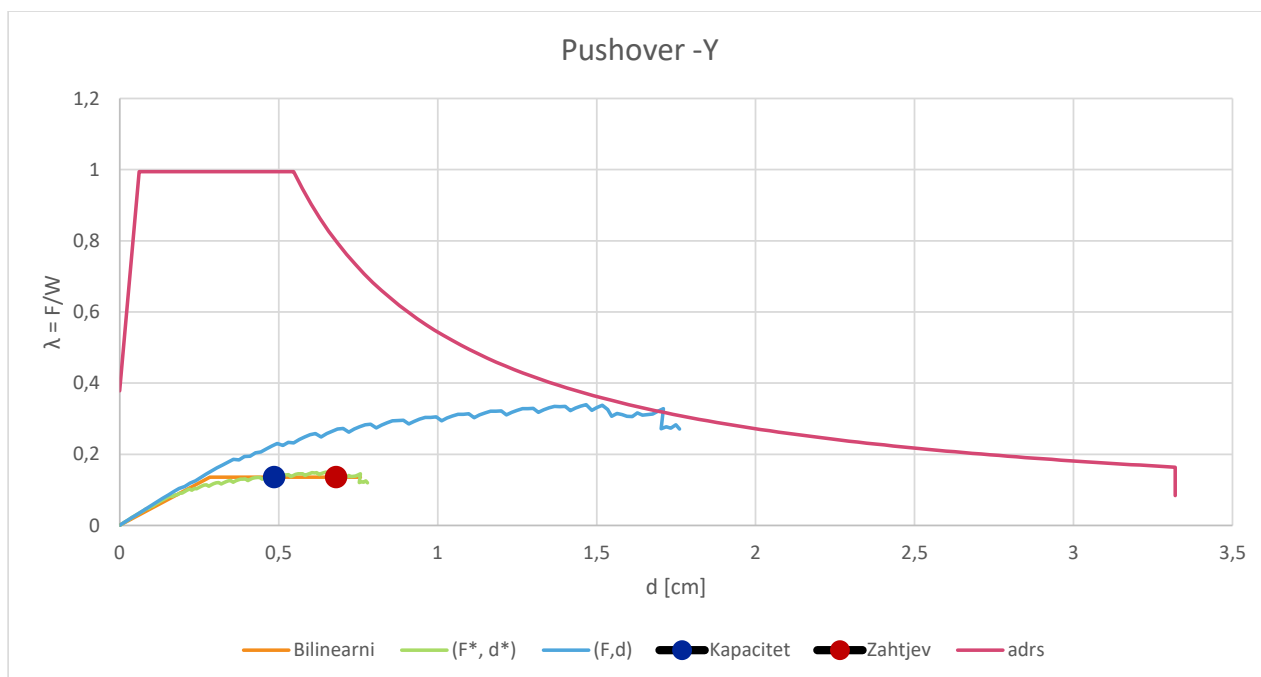
Slika 4-15 Push-over +X; procjena seizmičke ranjivosti



Slika 4-16 Push-over -X; procjena seizmičke ranjivosti



Slika 4-17 Push-over +Y; procjena seizmičke ranjivosti



Slika 4-18 Push-over -Y; procjena seizmičke ranjivosti

Tablica 4-3 Rekapitulacija pushover analize za granično stanje značajnog oštećenja

Analiza	Pomak [cm]		Usporedba [%]
	Kapacitet	Zahtjev	
Pushover +X	2,58	2,92	88,53
Pushover -X	2,02	2,63	76,80
Pushover +Y	0,50	0,66	76,10
Pushover -Y	0,49	0,68	71,35

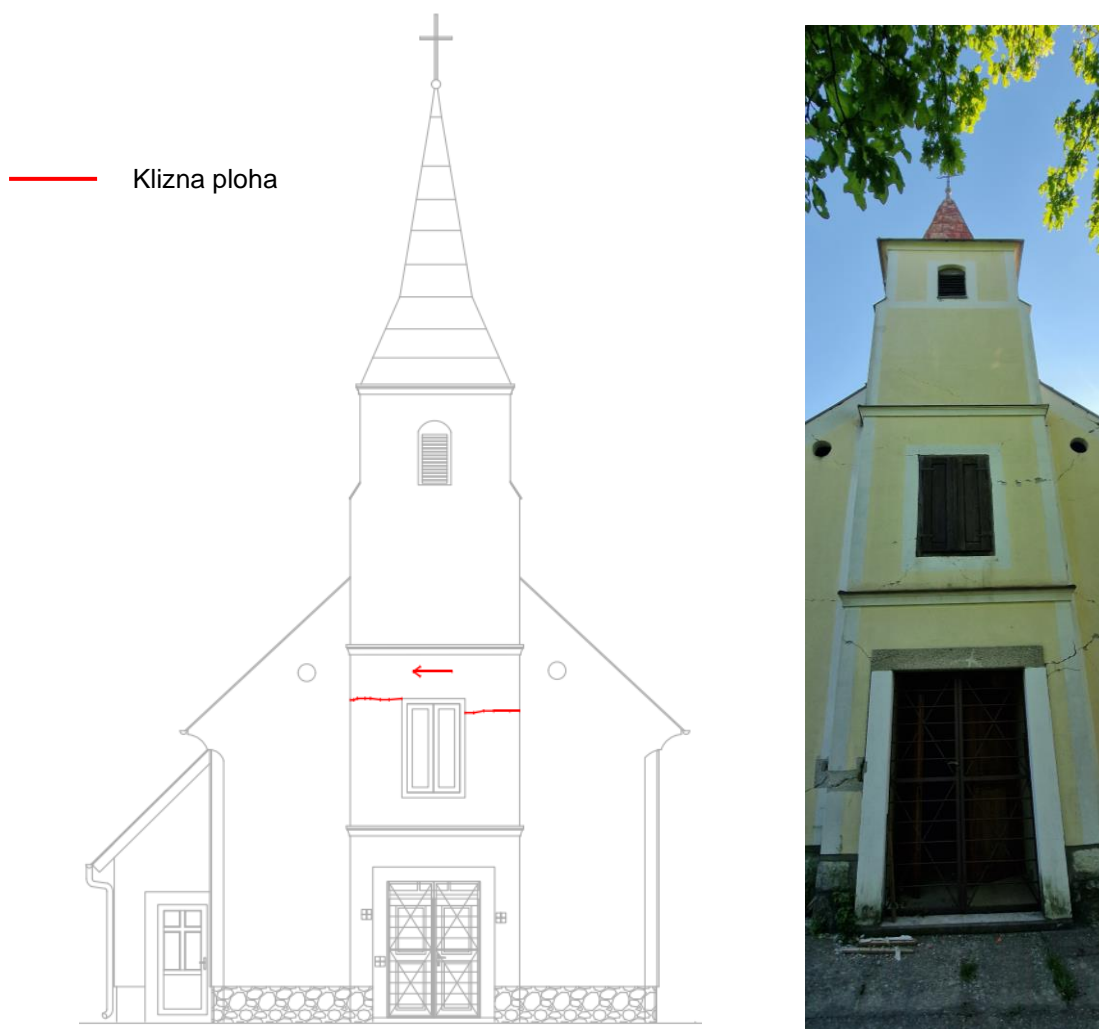
Procjenom seizmičke ranjivosti, potresna otpornost kapele iznosi **71,35%** zahtijevane otpornosti za granično stanje značajnog oštećenja.

4.3.3 Mehanizmi otkazivanja

Na temelju kronologije izgradnje građevine, vizualnog pregleda, istražnih radova te analize potresne otpornosti, uočeni su sljedeći mehanizmi otkazivanja građevine:

- 1) posmični slom zidova tornja uz naznake klizne plohe u razini vrha zidova glavnog broda

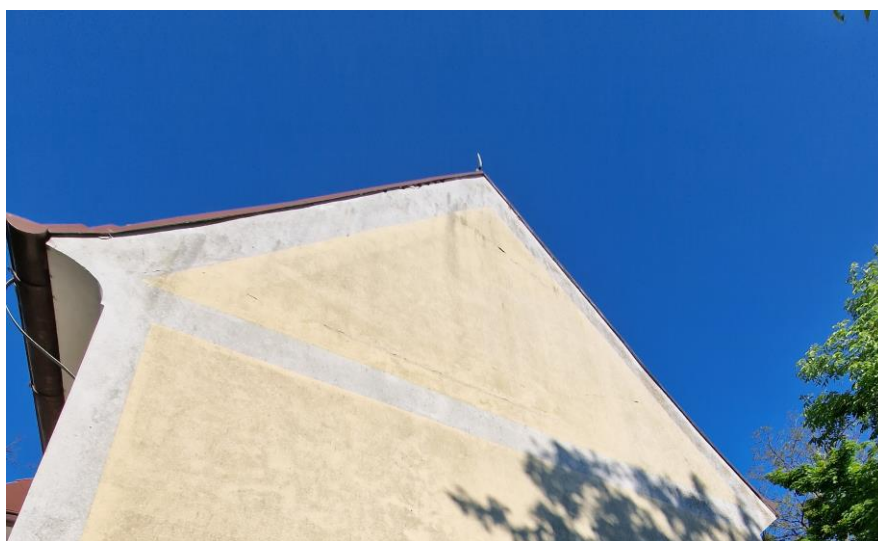
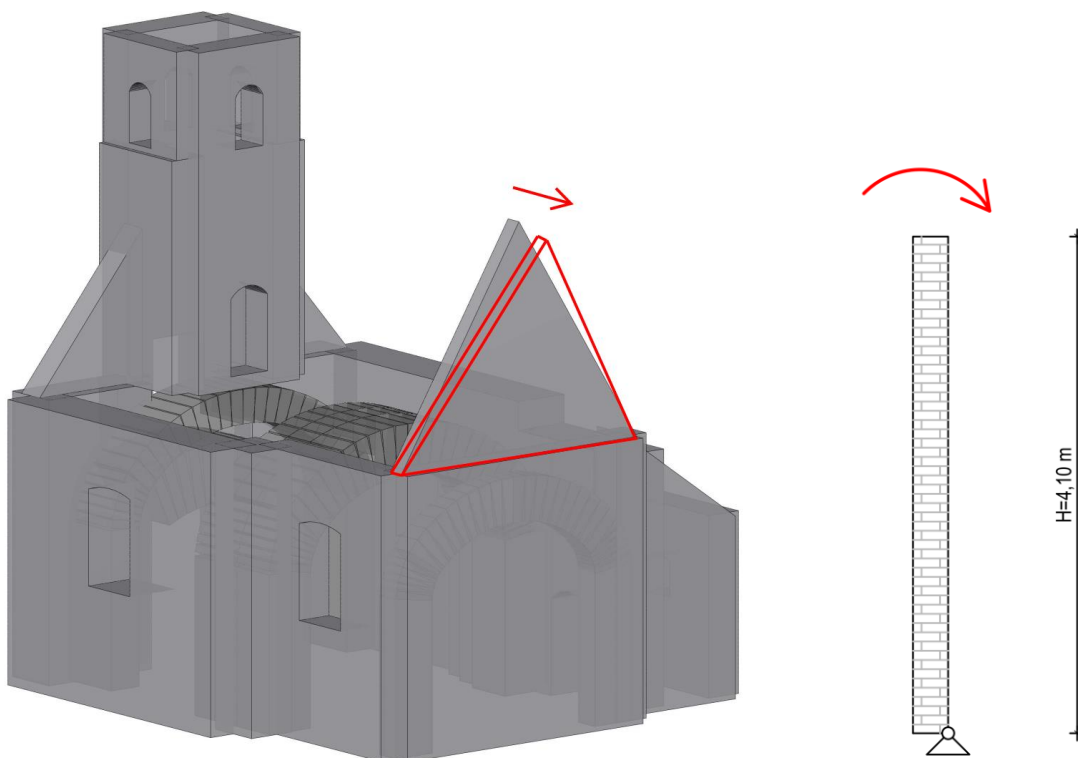
Ad1) Na zapadnom ulaznom pročelju kapele, po visini tornja izveden je niz otvora u zidnom platnu, što rezultira ponašanjem tog zida kao zidanog okvira - gdje su horizontale ispod i iznad otvora "krute" prečke, a rubni dijelovi zidova čine stupovi. Pri horizontalnoj se pobudi u prečkama, odnosno veznim elementima, javlja značajna uzdužna sila, koja rezultira posmičnim slomom. U razini vrha zidova glavnog broda nazire i klizna ploha, u vidu velike horizontalne pukotine po čitavom tornju što je očekivano, s obzirom na postojanje velikih otvora što rezultira smanjenom površinom vezivnog materijala na tom spoju. Također na toj razini imamo znatnu promjenu krutosti gdje se završavaju zidovi glavnog broda te toranj uslijed seizmičke pobude titra vlastitim tonom osciliranja.



Slika 4-19 Zapadno pročelje - mehanizam otkazivanja tornja-klizna ploha

2) otkazivanje nepridržanog zabatnog zida van ravnine

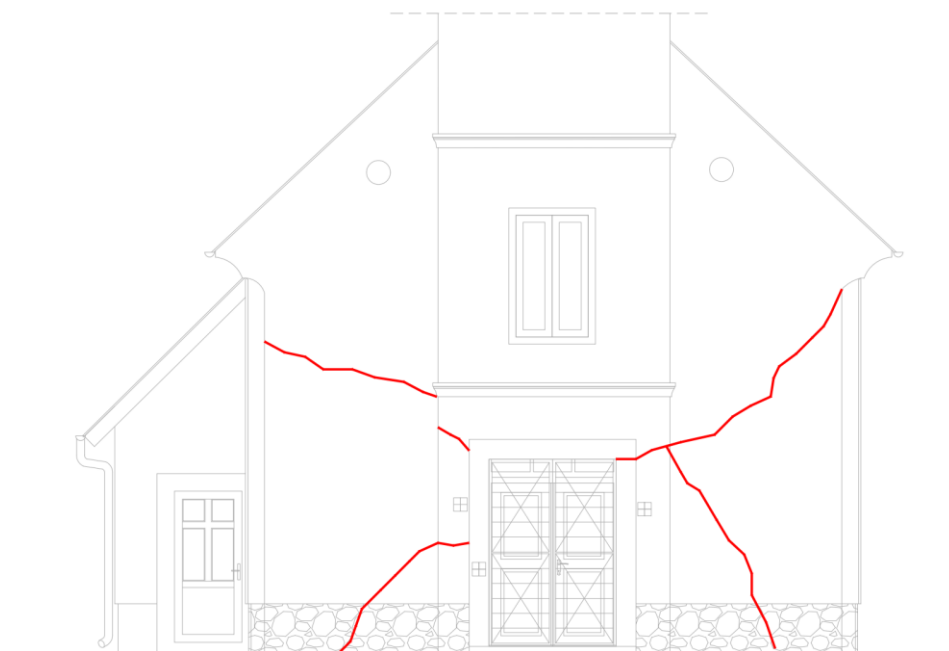
Ad2) Zabatni zidovi izvedeni kao neomeđeno zide, koje se konzolno pruža iznad vijenca te nije pridržano van ravnine. Pri horizontalnoj pobudi dolazi do pomaka vrha zida, pri kojem se u dnu zida (na koti vijenca) otvara plastični zglob, odnosno točka oko koje se zid prevrće van ravnine. Slika u nastavku prikazuje zabatni zid iznad istočnog pročelja, na kojem se jasno vidi linija otvaranja plastičnog zgloba.



Slika 4-20 Mehanizam otkazivanja nepridržanog zabatnog zida

- 3) posmični mehanizam otkazivanja zida ulaznog pročelja u vidu dijagonalnih pukotina, uslijed postojanja velikih otvora te nedovoljne posmične nosivosti zida

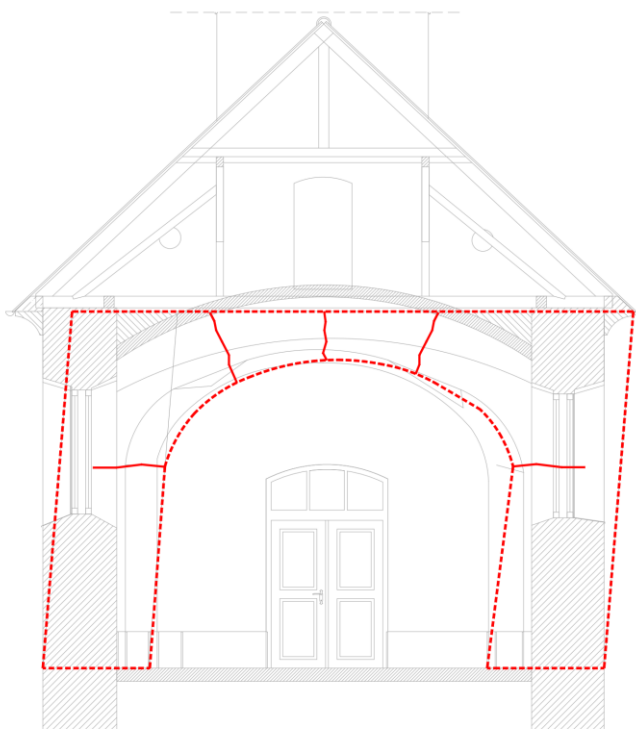
Ad3) Uslijed horizontalne seizmičke pobude u poprečnom smjeru kapele, u zidu ulaznog (zapadnog) pročelja, na koji si oslanja čitava težina tornja, došlo je pojave velikih poprečnih sila. Pojavom vlačnih naprezanja u zidu koje je dodatno oslabljeno velikim otvorima prekoračen je njegov kapacitet nosivosti. To je rezultiralo velikim dijagonalnim pukotinama i posmičnim otkazivanjem zida.



Slika 4-21 Shematski prikaz posmičnog mehanizma otkazivanja zida

4) otkazivanje lukova u tjemenu i trećinama raspona uslijed cikličnog djelovanja potresa

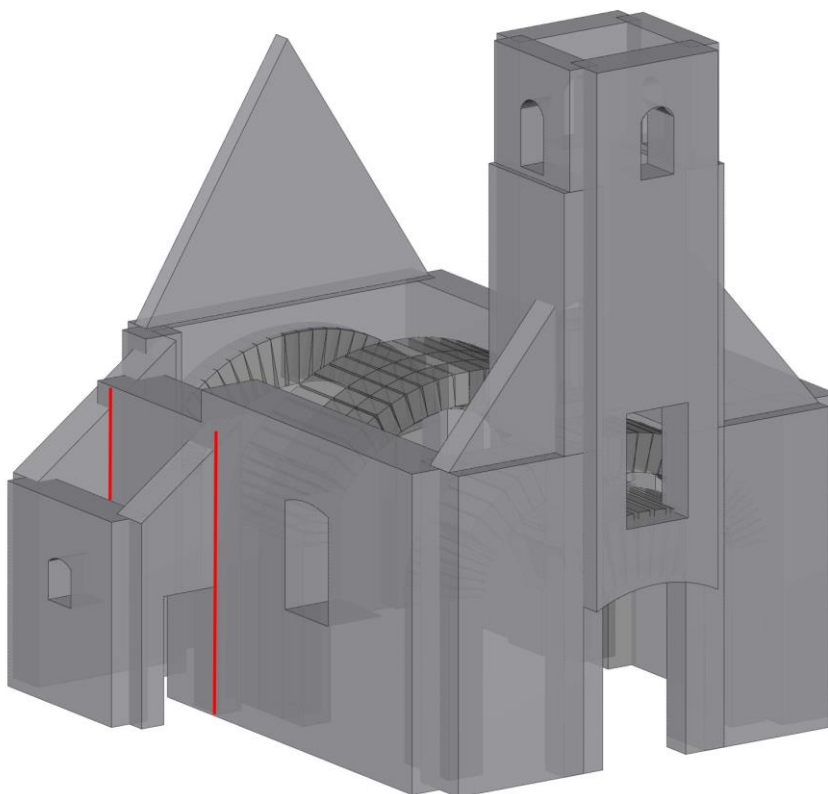
Ad4) Uslijed cikličnog djelovanja potresa u poprečnom smjeru kapele i nedostatka krute dijafragme u razini vijenca zidova glavnog broda, kruta zidna platna se deformiraju uz pomake van svoje ravnine. Kao posljedica izmicanja oslonaca i disipacije potresne energije u relativno mekanim lukovima dolazi do otvaranja pukotina i pojave plastičnih zglobova u tjemenu i trećinama raspona. Pri cikličkom opterećenju pukotine iz nadvoja su se proširile i na plitke svodove koji graniče s lukovima.



Slika 4-22 Shematski prikaz mehanizma otkazivanja lukova i otvaranja plastičnih zglobova

5) Odvajanje zidova sakristije od broda kapele

Ad5) Kao posljedica loše veze između zidova sakristije i uzdužnih zidova glavnog broda te različitih krutosti, prilikom osciliranja kapele u poprečnom smjeru došlo je do odvajanja zidova sakristije od tijela kapele. Na spoju su vidljive obostrane vertikalne pukotine.



Slika 4-23 Prikaz mehanizma odvajanja sakristije od tijela kapele

4.3.4 Zaključak o stanju građevine

Osnovni globalni nedostatak građevine je izostanak krutih međukatnih konstrukcija koje osiguravaju ujednačen prijenos opterećenja na zidove te zajednički odgovor svih zidova. Zbog navedenog nedostatka došlo je do značajno oštećenja svodova uslijed potresa. Toranj je također doživio teška oštećenja, koja su vidljiva na kritičnim pozicijama, tj. na oslabljenom dijelu poprečnog presjeka gdje se otvorila klizna ploha. Nakon preliminarnе analize potresne otpornosti, detaljnog pregleda te zatečenih oštećenja, zaključuje se kako je građevina prema EMS98 ljestvici značajno oštećena u potresu. Stoga je pogodna za obnovu i to do razine 3 - pojačanje konstrukcije.

Kategorizacija	I	II	III	IV	V
	Blago oštećenje	Umjereno oštećenje	Značajno oštećenje	Vrlo teško oštećenje	Otkazivanje
AB					
zidane					
opis	zanemarivo konstrukcijsko oštećenje i blago nekonstrukcijsko oštećenje	blago konstrukcijsko oštećenje i umjereno nekonstrukcijsko oštećenje	umjereno konstrukcijsko oštećenje i teško nekonstrukcijsko oštećenje	teško konstrukcijsko oštećenje i vrlo teško nekonstrukcijsko oštećenje	vrlo teško konstrukcijsko oštećenje

Slika 4-24 Kategorije oštećenja prema EMS98 ljestvici

4.3.5 Potrebna razina obnove

Prema Tehničkom propisu o izmjenama i dopunama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije - Prilog III, Razine obnove potresom oštećenih konstrukcija zgrada u odnosu na mehaničku otpornost i stabilnost (NN 17/17, 75/20, 7/22), predviđa se cjelovita obnova zgrade uz popravak i pojačanje konstrukcije kojima se postiže mehanička otpornost i stabilnost zgrade na potresno djelovanje razine III. Građevina se nalazi na području zaštićene ruralne kulturno-povijesne cjeline, za koju je utvrđeno svojstvo kulturnog dobra pod registarskim brojem Z-2168 upisanog u Registar kulturnih dobara RH.

S obzirom da je predmetna građevina značajno oštećena u potresu i klasificirana u razred važnosti III (zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem), prema Zakonu o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije – (NN 21/23) predviđa se cjelovita obnova zgrade (razina 3).

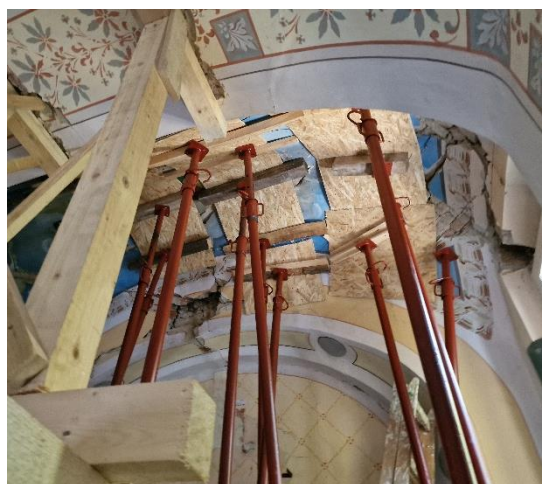
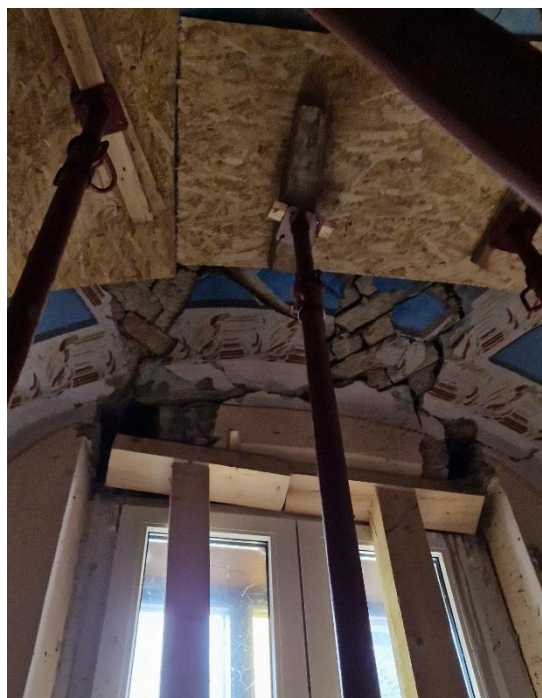
4.3.6 Zatečena potresna otpornost

Ulazni podaci o mehaničkim karakteristikama zida dani su u poglavlju 4.2.1.1 *Klasifikacija ziđa* Zidne istražne sondaže.

4.3.7 Hitne mjere

Za pojedine lokalne mehanizme opisane u poglavlju 4.3.3 *Mehanizmi otkazivanja*, koji ugrožavaju mehaničku otpornost i stabilnost građevine, u dokumentu *Elaborat radova obnove – FAZA 1 Kapele Sv. Križa, Veliki vrh 57a, Zagreb* (Urbane ideje d.o.o., svibanj 2023., 57/2023-UI) dano je privremeno rješenje stabilizacije. U nastavku je dana rekapitulacija zahvata. Zahvati se odnose na popravak svih pukotina, injektiranje kamenog zida i postavljanje podupirača i oplata ispod svodova, kako bi se u što manjoj mjeri spriječilo urušavanje svodova prilikom radova u kapeli.

4.3.7.1 Podupiranje lukova i svodova



Slika 4-25 Hitna mjera - podupiranje kora

4.3.7.2 Punoplošno injektiranje зида



Slika 4-26 Punoplošno injektiranje kamenog зида

5 Pojačanje konstrukcije

S obzirom da je građevina ocijenjena kao prikladna za obnovu kao cjelina, a uzevši u obzir razinu oštećenja i razred važnosti, predviđa se pojačanje konstrukcije - razina 3. U nastavku su prikazana sva predvidiva djelovanja na konstrukciju sukladno aktualnim normama.

Globalna potresna otpornost te stabilnost konstrukcije predmet je linearno dinamičkog proračuna (modalna analiza) provedenog u programskom paketu (Tower 8.4). Zahvati na mjestima potencijalnih lokalnih mehanizama otkazivanja dokazuju nizom jednostavnijih, ravninskih ili manjih prostornih modela uz linearno dinamički proračun (modalna analiza) ili metodu bočnih sila.

5.1 Ulazni podaci - analiza djelovanja na konstrukciju

5.1.1 Stalno djelovanje

Opterećenje sukladno normi HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012.

*Vlastita težina elemenata uzima se automatski u programu za numerički proračun i dimenzioniranje.

Toranj

Kapa tornja	$G = 20 \text{ kN}$
Dodatno stalno (težina zvona)	$\Delta G = 3 \text{ kN}$
Vlastita težina konstrukcije*	

Krovište

Biber crijep	$g = 0,80 \text{ kN/m}^2$
Drvena oplata	$g = 0,20 \text{ kN/m}^2$
Vlastita težina konstrukcije*	
	$g_{uk} = 1,0 \text{ kN/m}^2$

Strop iznad broda

Svod + perlit beton	$g = 4,5 \text{ kN/m}^2$
AB ploča	

5.1.2 Uporabno djelovanje

Djelovanje definirano sukladno normi HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012. Uporabno djelovanje definirano je namjenom prostora i kao takvo prikazano u nastavku. Prostor potkrovlja svrstava se u kategoriju A1, dok se ostatak građevine svrstava u C2 kategoriju uporabnih opterećenja s obzirom na namjenu zgrade.

Površinsko uporabno opterećenje kategorija A1	$q = 1,50 \text{ kN/m}^2$
Površinsko uporabno opterećenje kategorija C2	$q = 5,00 \text{ kN/m}^2$

5.1.3 Djelovanje snijega

Opterećenje sukladno normi HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012.

Za predmetnu lokaciju vrijede sljedeće vrijednosti opterećenja:

Karakteristično opterećenje snijegom	$s_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$
Nagib krovne plohe	$\alpha = 53^\circ$
Koeficijent oblika za nagib $30^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	$u_1 = 0,80 \cdot (60 - \alpha) / 30 = 0,18$
Opterećenje snijegom na krov*	$s = 1,50 \cdot 0,19 = 0,28 \text{ kN/m}^2$

5.1.4 Djelovanje potresa

Opterećenje sukladno normi HRN EN 1998-1:2012.



Slika 5-1 Karta potresnih područja Hrvatske (izvor: seizkarta.gfz.hr)

Vršno ubrzanje tla	$a_g = 0,260 \text{ g}$ (475 god.) $a_g = 0,185 \text{ g}$ (225 god.) $a_g = 0,128 \text{ g}$ (95 god.)
Razred tla (geotehnički izvještaj)	C
Razred važnosti	III
Faktor ponašanja	$q = 1,5 \rightarrow$ (neomeđeno zide – postojeće stanje) $q = 2,0 \rightarrow$ (pojačano stanje)

5.1.5 Djelovanje vjetra

Djelovanje vjetra određeno je za proračun konstrukcije krovišta glavnog broda. Djelovanje sukladno normi HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012.

-osnovna brzina vjetra $v_{b,0}$:

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

-brzina vjetra v_b :

$$v_b = 25 \text{ m/s}$$

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \quad (4.1)$$

-faktor izloženosti:

$$c_e(z) = 2,08$$

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} \quad (4.9)$$

-osnovno opterećenje vjetrom:

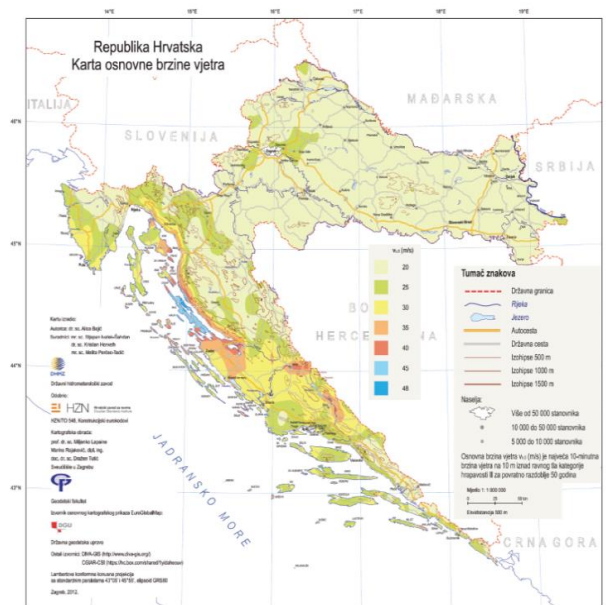
$$q_b = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (4.10)$$

-vršno opterećenje vjetrom $q_p(z)$:

$$q_p(z) = 0,81 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b \quad (4.8)$$



Slika: Osnovna brzina vjetra

$$h = 7 \text{ m}$$

$$\text{kategorija terena} = 2$$

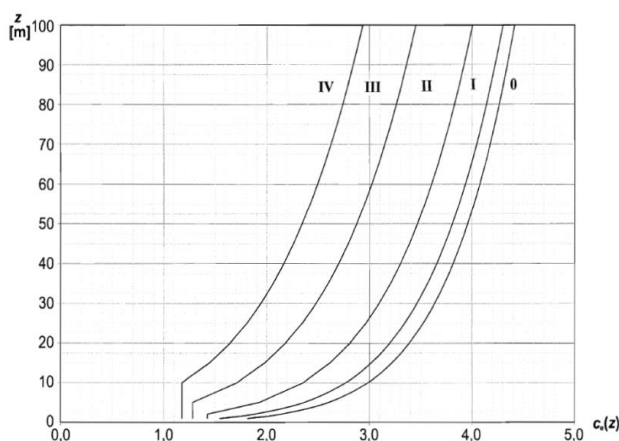


Figure 4.2 — Illustrations of the exposure factor $c_e(z)$ for $c_0=1,0$, $k_f=1,0$

Proračun pritiska vjetra (w_e)Smjer vjetra $\theta=0^\circ$ Vjetar puše u smjeru kraće stranice hale

$h=$	5,3	m
$b=$	10,3	m
$d=$	7,7	m
$\alpha=$	60	°

Za $h \leq b$

$z_e=$	5,3	m
$e=\min(b;2h)=$	10,3	m
$e/10=$	1,03	m

Površine

$F=$	2,7	m ²	\rightarrow	$c_{pe,F}=$	
$G=$	5,3	m ²	\rightarrow	$c_{pe,G}=$	
$H=$	29,0	m ²	\rightarrow	$c_{pe,H}=$	
$I=$	10,6	m ²	\rightarrow	$c_{pe,H}=$	
$J=$	29,0	m ²	\rightarrow	$c_{pe,H}=$	

Odizanje	Pritisak
0,00	0,70
0,00	0,70
0,00	0,70
-0,20	0,00
-0,30	0,00

Vanjski pritisak vjetra

	Odizanje
$w_{e,F}=$	0,00 kn/m ²
$w_{e,G}=$	0,00 kn/m ²
$w_{e,H}=$	0,00 kn/m ²
$w_{e,I}=$	-0,16 kn/m ²
$w_{e,J}=$	-0,24 kn/m ²

Pritisak
0,57 kn/m ²
0,57 kn/m ²
0,57 kn/m ²
0,00 kn/m ²
0,00 kn/m ²

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \quad (5.1)$$

Smjer vjetra $\theta=90^\circ$ Vjetar puše u smjeru duže stranice hale

$h=$	5,3	m
$b=$	7,7	m
$d=$	10,3	m
$\alpha=$	60	°

Za $h \leq b$

$z_e=$	5,3	m
$e=\min(b;2h)=$	7,7	m
$e/5=$	1,54	m

Površine

$F=$	1,5	m ²	\rightarrow	$c_{pe,F}=$	
$G=$	5,9	m ²	\rightarrow	$c_{pe,G}=$	
$H=$	25,6	m ²	\rightarrow	$c_{pe,H}=$	
$I=$	46,3	m ²	\rightarrow	$c_{pe,I}=$	

Odizanje
-1,10
-1,20
-0,80
-0,50

Vanjski pritisak vjetra

	Odizanje
$w_{e,F}=$	-0,90 kn/m ²
$w_{e,G}=$	-0,98 kn/m ²
$w_{e,H}=$	-0,65 kn/m ²
$w_{e,I}=$	-0,41 kn/m ²

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \quad (5.1)$$

5.2 Krovište

5.2.1 Proračun krovišta kapele

Opis konstrukcije i statičkog sustava

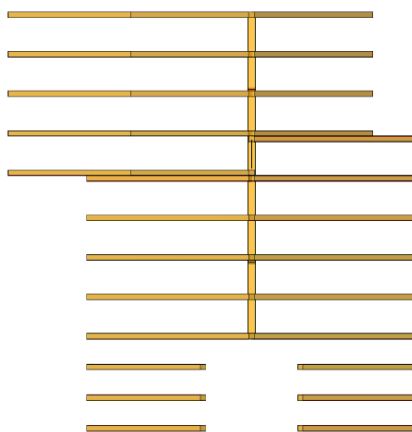
Analizom postojećeg stanja utvrđeno je da drvena konstrukcija krovišta ne zadovoljava osnovne uvjete nosivosti i uporabljivosti te se čitava postojeća konstrukcija krovišta zamjenjuje novom.

Novo krovište broda kapele izvodi se kao dvostrešno u nagibu od 53° , tlocrtnih je dimenzija $8,6 \times 9,8$ m. Konstruktivni sustav krovišta čine rogovi koji se oslanjanju jednom stranom na nazidnicu te drugom na sljemenu gredu s rasponom između nazidnica od 5,1 i 7,0 m te visinom od 3,35 m. Dimenzije rogova su $b/h = 12/16$ cm, sljemene grede $b/h = 16/20$ cm, ruku $b/h = 16/12$ cm i nazidnica $b/h = 16/16$ cm. Rogovi su na osnim razmacima od 85 cm.

Globalna stabilnost konstrukcije u poprečnom smjeru osigurana je oblikom krovišta, dok je uzdužna stabilnost osigurana je punoplošnim podaskanjem, odnosno sljemenom gredom koja fiksirana na zid tornja i zabatni zid. Novo krovište izvodi se u kvaliteti drvne građe C24.



Slika 5-2 Izometrijski prikaz krovišta kapele



Slika 5-3 Tlocrtni prikaz krovišta kapele

Nosivost i stabilnost krovišta na horizontalna djelovanja – potres i vjetar

U nastavku je provedena usporedba djelovanja vjetra i potresa na krovšte broda (mjerodavno), s ciljem utvrđivanja mjerodavnog horizontalnog djelovanja na krovšte.

Vjetar

Površina polovice krovišta
Sila udara vjetra na krovšte

$$\begin{aligned} A &= 55 \text{ m}^2 \\ F_w &= 1,5 \times W_{F,G,H} \times A = 1,5 \times 0,81 \times 55 = \\ &= 66,8 \text{ kN} \rightarrow \text{mjerodavno!} \end{aligned}$$

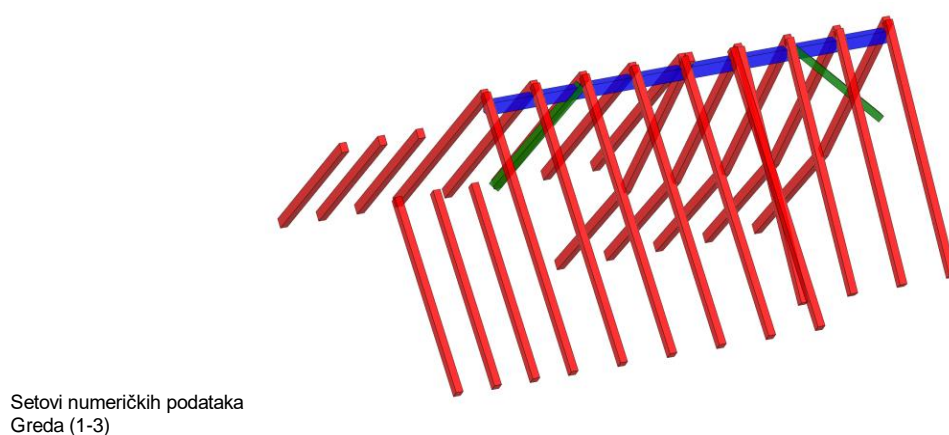
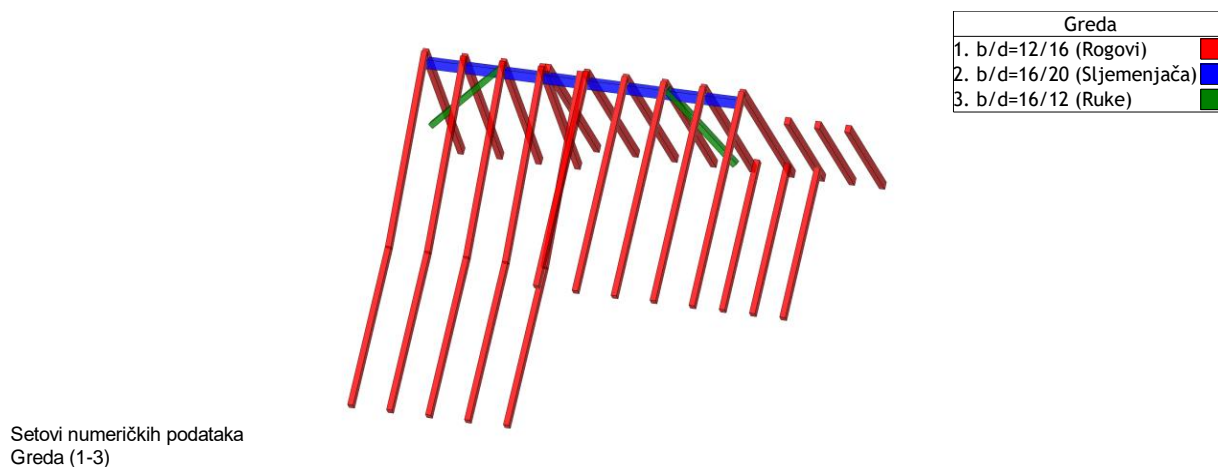
Potres

Težina konstrukcije krovišta (očitanje iz modela)
Težina daščane oplata i pokrova
Ukupna težina krovišta
Sila potresa na krovšte

$$\begin{aligned} g_k &= 99 \text{ kN} \\ g_p &= 110 \text{ m}^2 \times 1,00 \text{ kN/m}^2 = 110 \text{ kN} \\ G &= 209 \text{ kN} \\ F_{b,d} &= a_g \times S \times 2,5/q \times G/g = \\ &= 0,185g \times 1,15 \times (2,5/2,0) \times (209/g) = \\ &= 55,59 \text{ kN} \end{aligned}$$

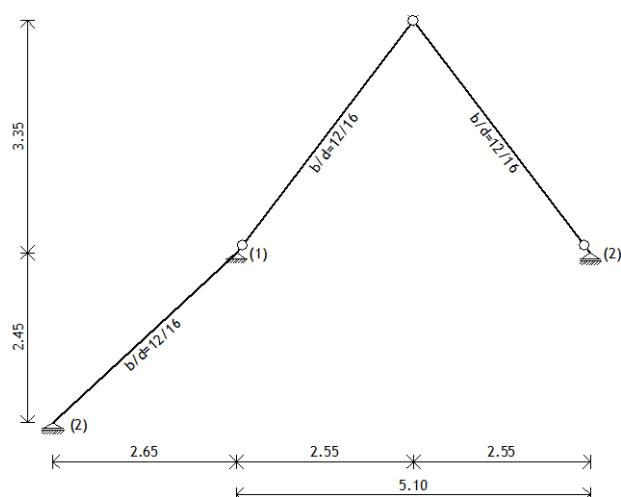
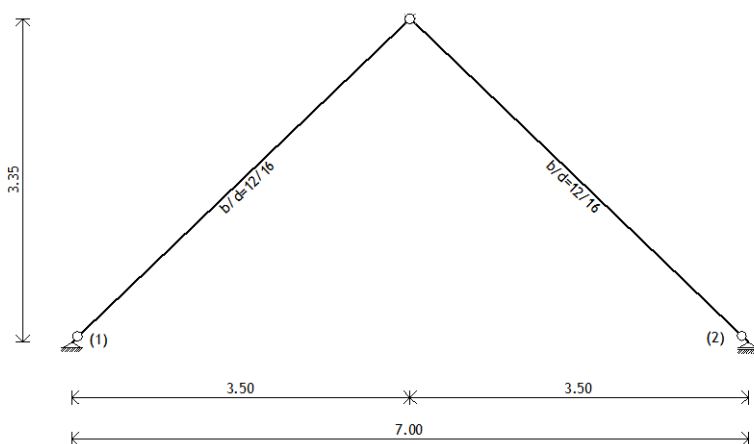
Djelovanje vjetra ocijenjeno je kao mjerodavno horizontalno djelovanje na konstrukciju krovišta. U nastavku je dan proračun te dokazi mehaničke otpornosti i stabilnosti glavnih elemenata krovišta.

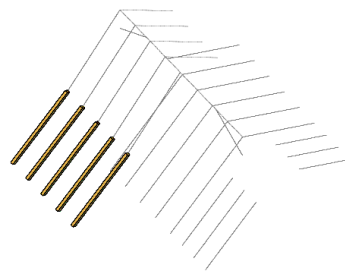
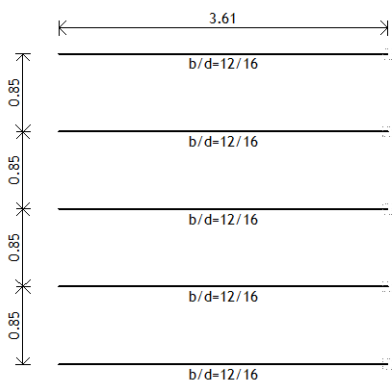
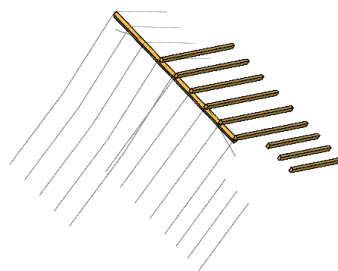
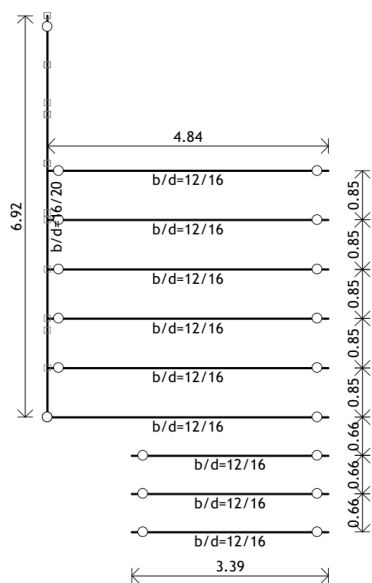
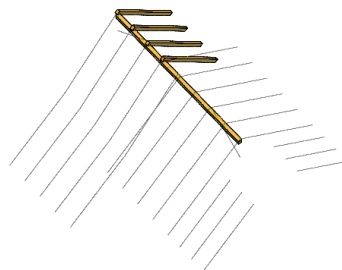
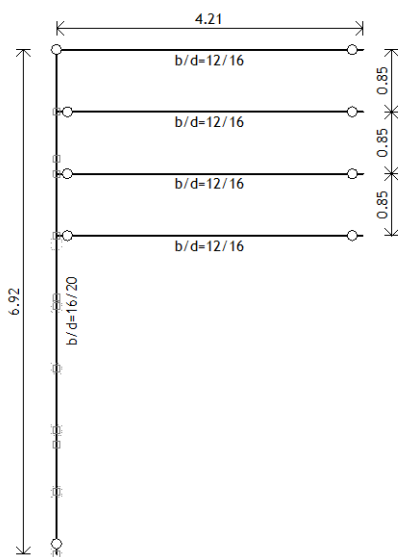
Proračun krovišta

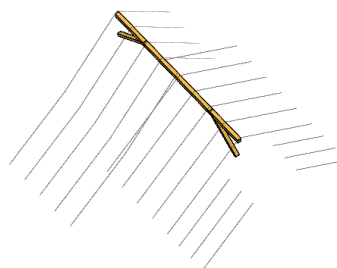
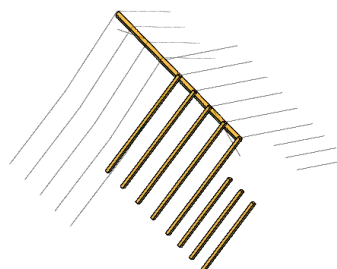
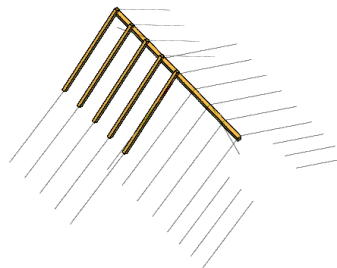


Slika 5-4 3D prikaz krovišta s opisom i dimenzijama elemenata

Karakteristični presjeci krovišta



Pogledi na krovne plohe – rogovi i sljemena greda

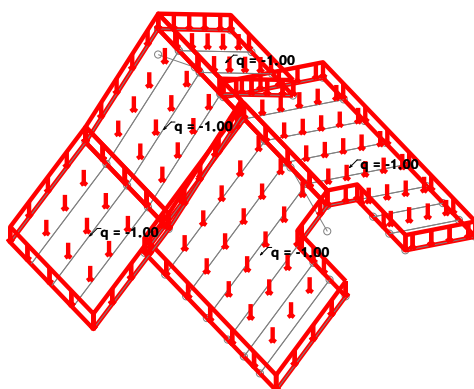


Opterećenja

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	Stalno (g)
2	Snijeg
3	Vjetar
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII
5	Komb.: 1.35xI+0.75xII+1.5xIII
6	Komb.: 1.6xI+II+III (Dugotrajni progib Kdef=0.8)
7	Komb.: II+III (Kratkotrajni progib)

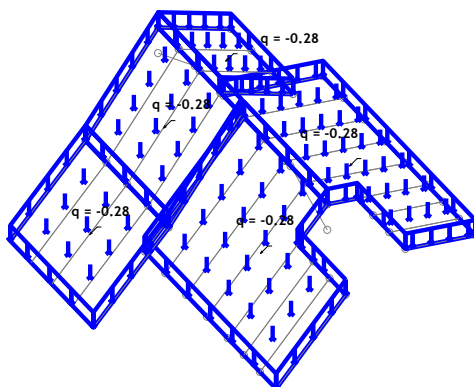
Opt. 1: Stalno (g)



Površinsko opterećenje

1. $p = -1.00 \text{ kN/m}^2$ Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (1)

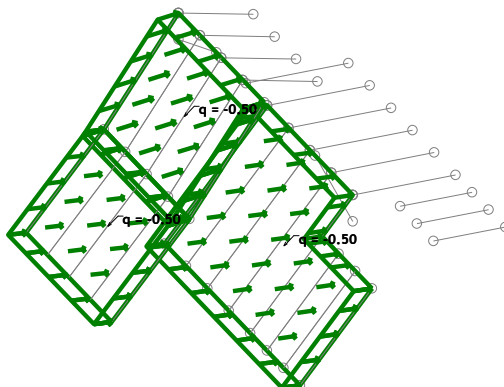
Opt. 2: Snijeg



Površinsko opterećenje

2. $p = -0.28 \text{ kN/m}^2$ Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (2)

Opt. 3: Vjetar



Površinsko opterećenje

3. $p = -0.50 \text{ kN/m}^2$ Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (3)

Granično stanje uporabljivosti (GSU) – deformacije

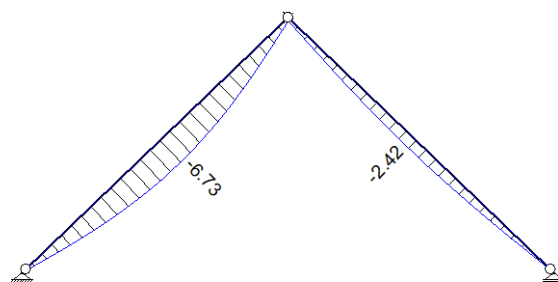
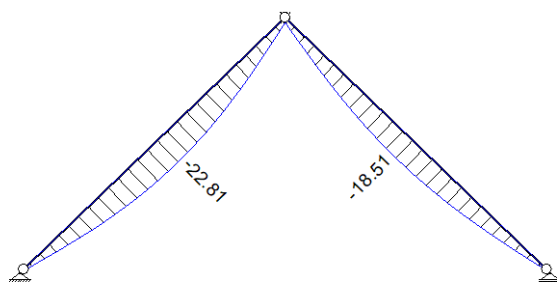
U nastavku su prikazane maksimalni dugotrajni i kratkotrajni progibi elemenata za mjerodavnu kombinaciju graničnog stanja uporabljivosti te je iskazan omjer deformacije i pripadnog raspona.

Rogovi

L = 4850 mm

Opt. 6: 1.6xI+II+III (Dugotrajni progib $K_{def}=0.8$)

Opt. 7: II+III (Kratkotrajni progib)



Okvir: H_8

Utjecaji u gredi: max $Z_p = -0.00$ / min $Z_p = -22.81$ m / 1000

Okvir: H_8

Utjecaji u gredi: max $Z_p = -0.00$ / min $Z_p = -6.73$ m / 1000

-dugotrajni progib:

$$U_{dop,fin} = L/200 = 4850/200 = 24,25 \text{ mm}$$

$$U_{max,fin} = 22,81 \text{ mm} < 24,25 \text{ mm}$$

-kratkotrajni progib

$$U_{dop,inst} = L/300 = 4850/300 = 16,17 \text{ mm}$$

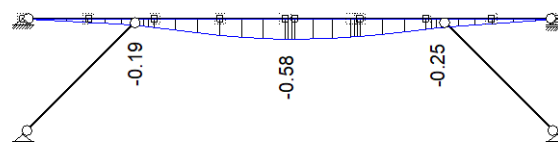
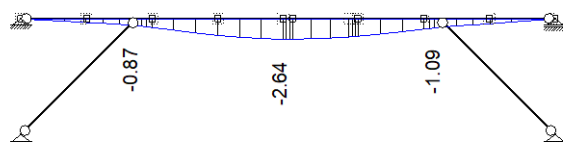
$$U_{max,inst} = 6,73 \text{ mm} < 16,17 \text{ mm}$$

Sljemena greda

L = 3920 mm

Opt. 6: 1.6xI+II+III (Dugotrajni progib $K_{def}=0.8$)

Opt. 7: II+III (Kratkotrajni progib)



Okvir: V_1

Utjecaji u gredi: max $Z_p = -0.00$ / min $Z_p = -2.64$ m / 1000

Okvir: V_1

Utjecaji u gredi: max $Z_p = -0.00$ / min $Z_p = -0.58$ m / 1000

-dugotrajni progib:

$$U_{dop,fin} = L/200 = 3920/200 = 25 \text{ mm}$$

$$U_{max,fin} = 2,64 - (0,87 + 1,09)/2 = 1,69 \text{ mm} < 19,6 \text{ mm}$$

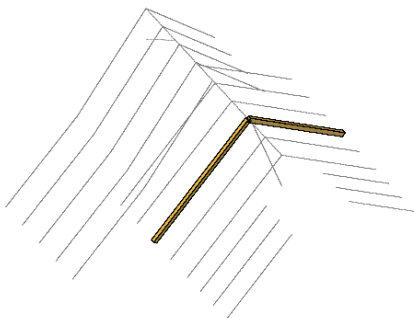
-kratkotrajni progib

$$U_{dop,inst} = L/300 = 3920/300 = 16,17 \text{ mm}$$

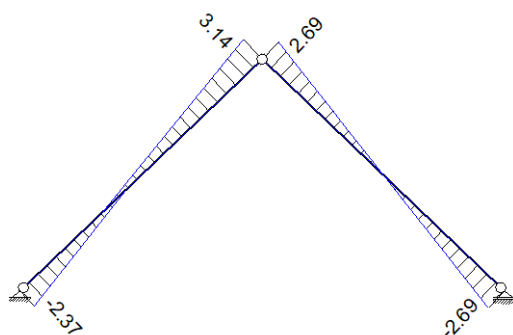
$$U_{max,inst} = 0,58 - (0,19 + 0,25)/2 = 0,36 \text{ mm} < 19,6 \text{ mm}$$

Granično stanje nosivosti (GSN) – rezne sile

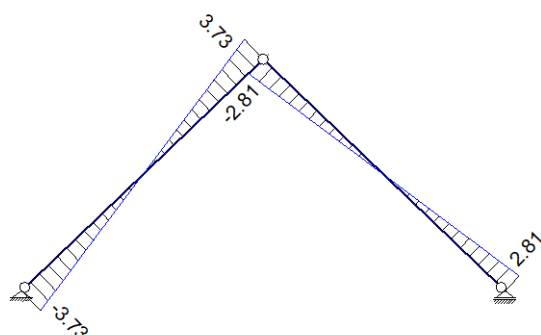
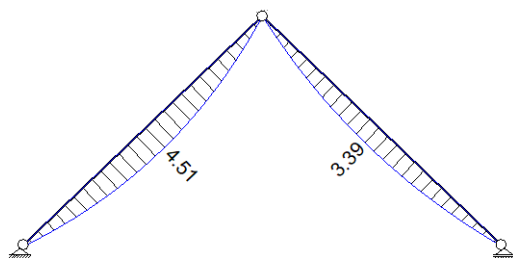
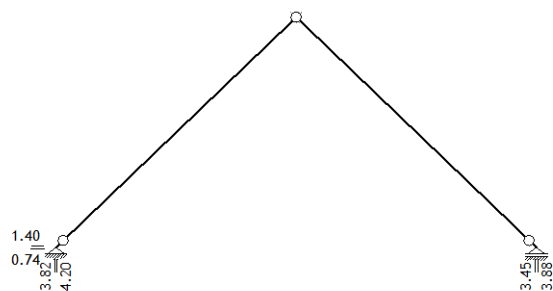
Rogovi

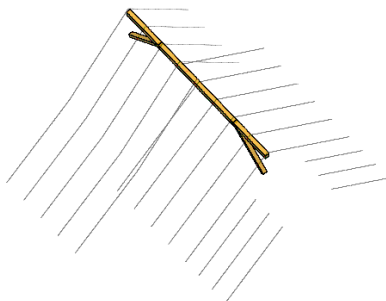


Opt. 8: [GSN] 4,5

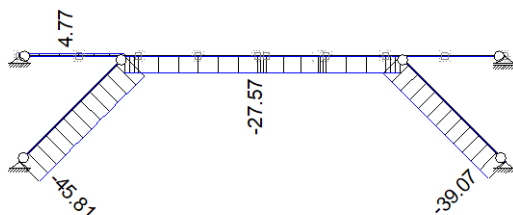
Okvir: H_8
Utjecaji u gredi: max N1= 3.14 / min N1= -2.69 kN
Opt. 8: [GSN] 4,5

Opt. 8: [GSN] 4,5

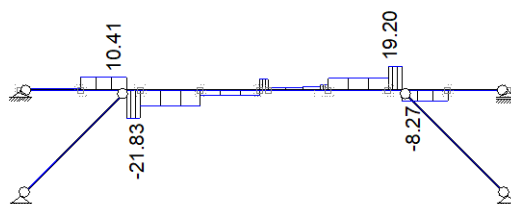
Okvir: H_8
Utjecaji u gredi: max T2= 3.73 / min T2= -3.73 kN
Opt. 8: [GSN] 4,5Okvir: H_8
Utjecaji u gredi: max M3= 4.51 / min M3= 0.00 kNmOkvir: H_8
Reakcije ležajeva (Min/Max)

Sljemena greda

Opt. 8: [GSN] 4,5



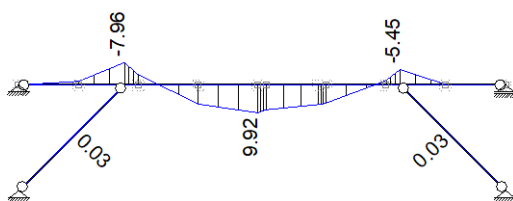
Opt. 8: [GSN] 4,5



Okvir: V_1

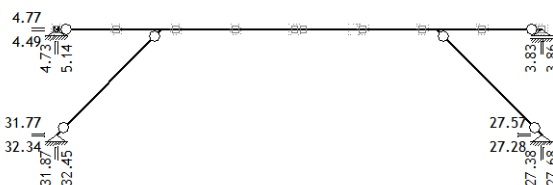
Utjecaji u gredi: max N1= 4.77 / min N1= -45.81 kN
Opt. 8: [GSN] 4,5

Okvir: V_1

Utjecaji u gredi: max T2= 19.20 / min T2= -21.83 kN
Opt. 8: [GSN] 4,5

Okvir: V_1

Utjecaji u gredi: max M3= 9.92 / min M3= -7.96 kNm

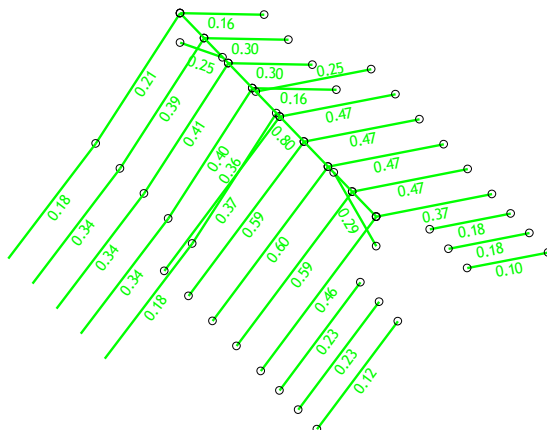
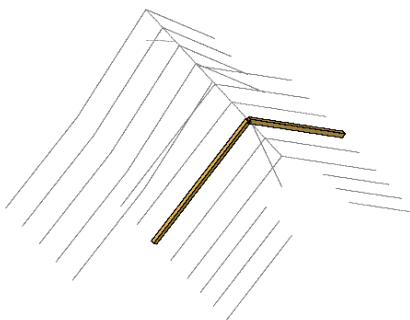


Okvir: V_1

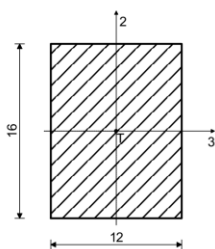
Reakcije ležajeva (Min/Max)

Granično stanje nosivosti GSN – kontrola nosivosti

U nastavku je dan grafički prikaz iskorištenosti elemenata konstrukcije, nakon čega slijedi detaljan proračun za kritični element po tipu poprečnog presjeka za kombinaciju graničnog stanja nosivosti.

**Rogovi****ŠTAP 26-164**

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24
Klasa uporabljivosti 2
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA
6. $\gamma=0.12$ 5. $\gamma=0.11$ 4. $\gamma=0.10$
7. $\gamma=0.03$

KONTROLA NORMALNIH I POSMIČNIH NAPONA
(slučaj opterećenja 6, početak štapa)

Računska uzdužna sila
Poprečna sila u pravcu osi 2

Ned = -1.283 kN
V2ed = -4.147 kN

KONTROLA NAPONA - TLAK

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno
Korekcijski koeficijent
Parcijalni koef. za svojstva gradiva
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kmod = 0.900
 $\gamma_m = 1.300$
Kh_2 = 1.046
Kh_3 = 1.000

Faktor oblika (za pravokutni presjek)
Karakteristična tlačna čvrstoća
Računska tlačna čvrstoća
Karakteristična čvrstoća na savijanje
Računska čvrstoća na savijanje - os 2
Računska čvrstoća na savijanje - os 3
Relativna vitkost
Relativna vitkost
Normalni tlačni napon
TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST
Početna imperfekcija
Koeficijent
Koeficijent
Koeficijent
Koeficijent

km = 0.700
fc,0,k = 21.000 MPa
fc,0,d = 14.538 MPa
fm,k = 24.000 MPa
fm,2,d = 17.374 MPa
fm,3,d = 16.615 MPa
 $\lambda_{rel,2} = 2.372$
 $\lambda_{rel,3} = 1.779$
 $\sigma_{c,0,d} = 0.067$ MPa

$\beta_c = 0.200$
k3 = 2.230
k2 = 3.519
kc,3 = 0.280
kc,2 = 0.163

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m,3,d} / f_{m,3,d}) + \sigma_{m,2,d} / f_{m,2,d} \leq 1 \quad (0.028 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 2.8%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m,3,d} / f_{m,3,d} + k_m \times (\sigma_{m,2,d} / f_{m,2,d}) \leq 1 \quad (0.016 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 1.6%

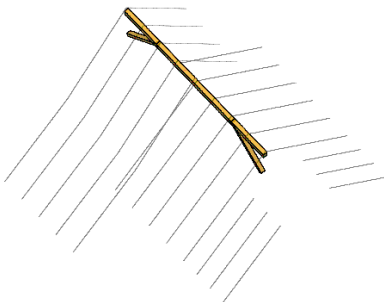
KONTROLA NAPONA - POSMIK
Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno
Korekcijski koeficijent
Parcijalni koef. za svojstva gradiva
Karakteristični posmični napon
Računska posmična čvrstoća
Površina poprečnog presjeka
Stvarni posmični napon(os 2)

Kmod = 0.900
 $\gamma_m = 1.300$
fv,k = 4.000 MPa
fv,d = 2.769 MPa
A = 192.00 cm²
t2,d = 0.324 MPa

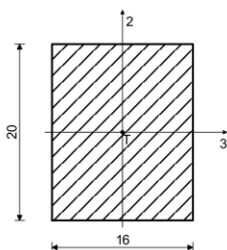
$$t_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.324 \leq 2.769)$$

Iskorištenje presjeka je 11.7%

Sljemena greda



ŠTAP 122-269

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24
Klasa uporabljivosti 2
EUROCODE (EN 1995-1-1)

[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

6. $\gamma=0.80$ 4. $\gamma=0.68$ 5. $\gamma=0.67$
7. $\gamma=0.17$

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 6, na 340.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	-32.548 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	-4.196 kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	-0.256 kN
Moment savijanja oko osi 2	M2ed =	0.360 kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	-11.714 kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

Karakteristična tlačna čvrstoća

Računska tlačna čvrstoća

Karakteristična čvrstoća na savijanje

Računska čvrstoća na savijanje

Relativna vitkost

Normalni tlačni napon

Moment otpora

Normalni napon savijanja oko osi 2

$$\sigma_{m2,d} \leq f_{m,d} \quad (0.421 \leq 16.615)$$

Iskorištenje presjeka je 2.5%

Moment otpora

Normalni napon savijanja oko osi 3

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,d} \quad (10.982 \leq 16.615)$$

Iskorištenje presjeka je 66.1%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija

Koeficijent

Koeficijent

Koeficijent

Koeficijent

 $\beta_c =$ 0.200 $k_3 =$ 1.248 $k_2 =$ 0.550 $k_{c,3} =$ 0.578 $k_{c,2} =$ 0.997

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,d} \leq 1 \quad (0.558 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 55.8%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m3,d} / f_{m,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,d}) \leq 1 \quad (0.800 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 80.0%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

 $K_{mod} =$ 0.900 $\gamma_m =$ 1.300 $l_{ef} =$ 85.000 cm

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

 $E_{0.05} =$ 7400.0 MPa

5% fraktil modula posmika G

 $G_{0.05} =$ 460.00 MPa

Torzijski moment inercije

 $I_{tor} =$ 13970 cm⁴

Moment inercije

 $I_2 =$ 6826.7 cm⁴

Moment otpora

 $W_3 =$ 1066.7 cm³

Kritični napon izvijanja

 $\sigma_{m,crit} =$ 624.31 MPa

Relativna vitkost za izvijanje

 $\lambda_{rel} =$ 0.196

Koeficijent

 $k_{krit} =$ 1.000

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m3,d} =$ 10.982 MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times f_{m3,d} \quad (10.982 \leq 16.615)$$

Iskorištenje presjeka je 66.1%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 6, na 150.0 cm od početka štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2

 $V_{2ed} =$ -25.743 kN

Poprečna sila u pravcu osi 3

 $V_{3ed} =$ 0.210 kN

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Karakteristični posmični napon

Računska posmična čvrstoća

Površina poprečnog presjeka

Stvarni posmični napon(os 2)

Stvarni posmični napon(os 3)

Superpozicija utjecaja od poprečne sile

(2)

(3)

 $K_{mod} =$ 0.900 $\gamma_m =$ 1.300 $f_{v,k} =$ 4.000 MPa $f_{v,d} =$ 2.769 MPa $A =$ 320.00 cm² $\tau_{2,d} =$ 1.207 MPa $\tau_{3,d} =$ 0.010 MPa $\tau_{2,d} / f_{v,d} =$ 0.436 $\tau_{3,d} / f_{v,d} =$ 0.004

$$(2)^2 + (3)^2 \leq 1 \quad (0.191 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 19.1%

5.2.2 Provjera krovišta tornja na prevrtanje

Proračun krovišta tornja na prevrtanje računa se pri mjerodavnom horizontalnom djelovanju. Rezultat proračuna je dimenzioniranje ankera (navojnih šipki) na vlačno naprezanje. Na strani sigurnosti, kapa tornja se promatra kao reklamni pano sukladno normi HRN EN 1991-1-4. Koeficijent sile se očitava za reklamne panoe.

Analiza djelovanja

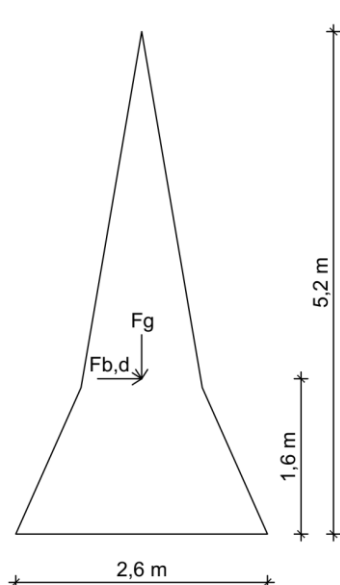
Vjetar

- opterećenje u smjeru duže strane krovišta: $q_p = 0,81 \text{ kN/m}^2$
- površina na koju puše vjetar: $A_1 = 5,25 \text{ m}^2$
- koeficijent sile vjetra: $c_f = 1,8$
- sila udara vjetra: $F_w = q_p \times A_1 \times c_f = 7,65 \text{ kN} \rightarrow \text{mjerodavno!}$

Potres

- ukupna težina krovišta $G = 20,0 \text{ kN}$
- sila potresa na krovište $F_{b,d} = a_g \times S \times 2,5/q \times G/g = 0,185g \times 1,15 \times (2,5/2,0) \times (20/g) = 5,3 \text{ kN}$

Kontrola stabilnosti kape tornja uslijed horizontalnog djelovanja



Horizontalno djelovanje od vjetra: $F_w = 7,65 \text{ kN}$

Destabilizirajući moment: $M_{Ed} = F_{b,d} \times h = 7,65 \times 1,6 = 12,2 \text{ kNm}$

Težina krovišta tornja

$F_g = 20 \text{ kN}$

Moment prevrtanja:

$M_{Ed} = F_g \times z = 20 \times 2,6/2 = 26 \text{ kNm}$

Kapa tornja se konstruktivno sidri u novi armiranobetonski horizontalni serklaž i postojeće zidove tornja.

Odabire se: M16 navojnih šipki na svakih 80 cm, kv. 5.6. Dubina kemijskog sidrenja je 50 cm u novi armiranobetonski horizontalni serklaž i postojeće zidove tornja.

5.3 Kapela

5.3.1 Nelinearna statička analiza kapele (push-over analiza)

Nelinearna statička analiza provedena je u programu HiStrA. Debljine modeliranih zidova i svodova usvojene su na temelju snimaka postojećeg stanja, dok su mehaničke karakteristike materijala definirane prema provedenim istražnim radovima.

Push-over analiza provedena je za sljedeća granična stanja:

- Granično stanje blizu rušenja za povratni period od 2475 godina
- Granično stanje značajnog oštećenja za povratni period od 475 godina
- Granično stanje ograničenog oštećenja za povratni period od 225 godina

Analiza je prekinuta u trenutku dosezanja maksimalnih definiranih pomaka ili u trenutku pada poprečne sile (eng. base shear) za 20 %, čime je definirana sposobnost konstrukcije za granično stanje blizu rušenja. Sposobnost konstrukcije za granično stanje značajnog oštećenja jednaka je $\frac{3}{4}$ najveće sposobnosti konstrukcije za granično stanje blizu rušenja, dok je za granično stanje ograničenog oštećenja sposobnost definirana kao granica popuštanja idealiziranog elastično-savršeno plastičnog odnosa sila-pomak istovrijednog sustava s jednim stupnjem slobode.

Ulazni podaci

Klasa uporabe: III

Prigušenje: 5%

Tip tla: C

Topografski tip: T1 – ravan teren

Materijali:

Zidovi kapele modelirani su kao pojačano kameno ziđe, a svodovi i toranj, kao pojačano opečno ziđe. Sakristija je modelirana kao novo opečno ziđe s omeđujućim armiranobetonskim elementima.

Glavno pojačanje kapele je obloga od CRM sustava koja se izvodi po svim zidovima s vanjsku stranu. Toranj je dodatno uz CRM pojačan i s čeličnim prstenima u dvije razine. Svodovi su po ekstradosu pojačani FRM oblogom. Po vrhu zidova i tornja izvodi se armiranobetonski horizontalni serklaž. Na svodove, povezano sa serklažima, predviđaju se armiranobetonske ploče koje su modelirane djelomično kao diskretni elementi a djelomično kao pojačanje oblogom u predjelu tornja. Također, još od pojačanja, tu je čelični lim po intradosu središnjeg luka, te nova zatega luka ispod tornja.

	W	E	G	Fm	Ftm	Tau0
	kNm ⁻³	Nmm ⁻²	Nmm ⁻²	Ncm ⁻²	Ncm ⁻²	Ncm ⁻²
Kamen	19	887	90	169	8	3
Opeka	18	926	200	179	18	4
Čelik	78,5	210000	81000	23500	23500	-
Beton	25	31000	12917	2500	250	-

FRCM OBLOGA

Fiber parameters	
Specific weight, w	0 kN/m ³
Young modulus, E	8E+07 kN/m ²
Tensile strength, σ_t	3800000 kN/m ²
Ductility, η	1
Thickness	4,9E-05 m
Flexural parameters	
Normal stiffness, K_n	2000000 kN/m ³
Tensile strength, σ_t	40 kN/m ²
Tensile fracture energy, G_t	0,01 kN/m
Compressive strength, σ_c	1000 kN/m ²
Compressive fracture energy, G_c	3 kN/m
Bond slip parameters	
Sliding stiffness, K_s	7000000 kN/m ³
Cohesion, c	1000 kN/m ²
Friction coefficient, μ	0
Sliding fracture energy, G_s	0,4 kN/m

CRM OBLOGA

Fiber parameters	
Specific weight, w	0 kN/m ³
Young modulus, E	2,5E+07 kN/m ²
Tensile strength, σ_t	365000 kN/m ²
Ductility, η	1
Thickness	0,0005 m
Flexural parameters	
Normal stiffness, K_n	2000000 kN/m ³
Tensile strength, σ_t	40 kN/m ²
Tensile fracture energy, G_t	0,01 kN/m
Compressive strength, σ_c	1000 kN/m ²
Compressive fracture energy, G_c	3 kN/m
Bond slip parameters	
Sliding stiffness, K_s	5E+07 kN/m ³
Cohesion, c	1000 kN/m ²
Friction coefficient, μ	0
Sliding fracture energy, G_s	2 kN/m

ČELIČNI LIM

Fiber parameters	
Specific weight, w	0 kN/m ³
Young modulus, E	2E+08 kN/m ²
Tensile strength, σ_t	500000 kN/m ²
Ductility, η	1
Thickness	0,008 m
Flexural parameters	
Normal stiffness, K_n	2000000 kN/m ³
Tensile strength, σ_t	40 kN/m ²
Tensile fracture energy, G_t	0,01 kN/m
Compressive strength, σ_c	1000 kN/m ²
Compressive fracture energy, G_c	3 kN/m
Bond slip parameters	
Sliding stiffness, K_s	7000000 kN/m ³
Cohesion, c	15 kN/m ²
Friction coefficient, μ	0
Sliding fracture energy, G_s	0,05 kN/m

AB OBLOGA

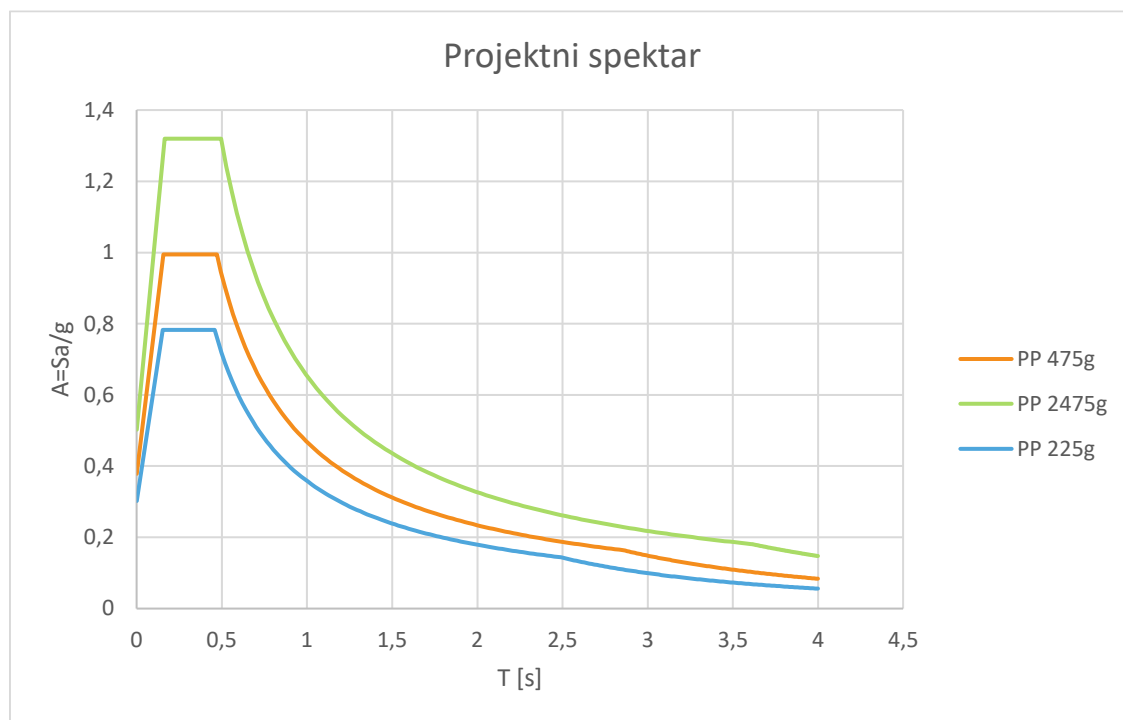
Fiber parameters	
Specific weight, w	25 kN/m ³
Young modulus, E	3E+07 kN/m ²
Tensile strength, σ_t	2000 kN/m ²
Ductility, η	1
Thickness	0,16 m
Flexural parameters	
Normal stiffness, K_n	2000000 kN/m ³
Tensile strength, σ_t	2000 kN/m ²
Tensile fracture energy, G_t	0,15 kN/m
Compressive strength, σ_c	20000 kN/m ²
Compressive fracture energy, G_c	30 kN/m
Bond slip parameters	
Sliding stiffness, K_s	7000000 kN/m ³
Cohesion, c	15 kN/m ²
Friction coefficient, μ	0
Sliding fracture energy, G_s	0,05 kN/m

Tablica 5-1 Potresna analiza

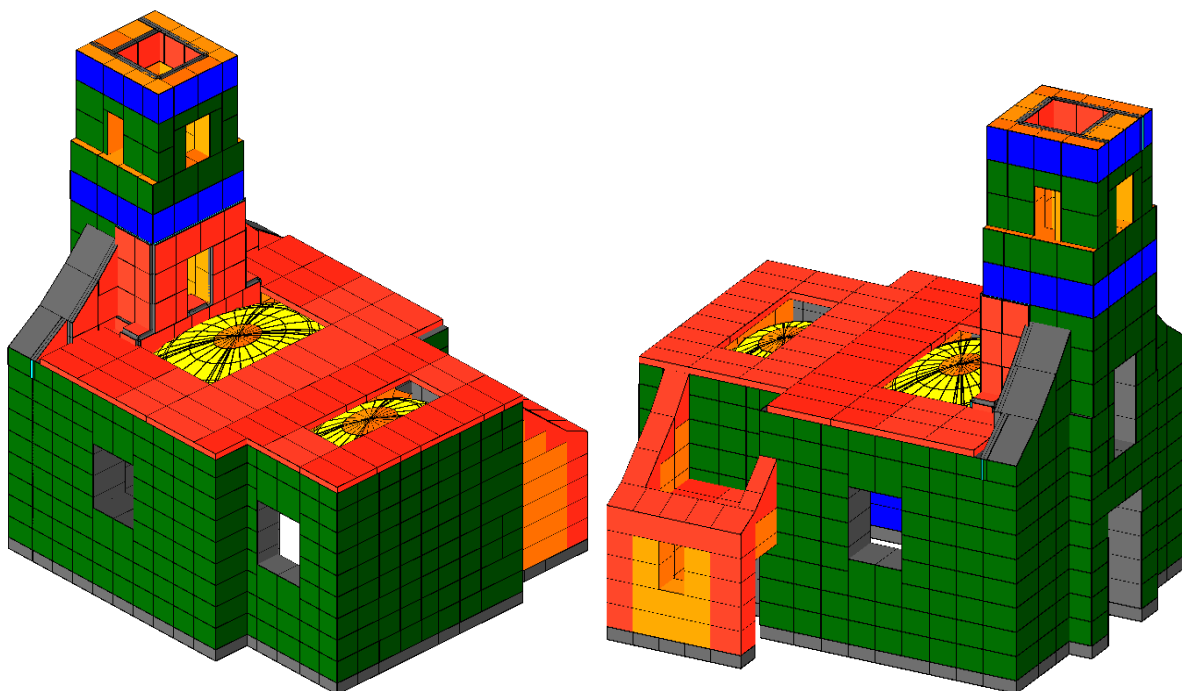
Ime	Opis	Početak analize	Kombinacija	Seizmička	Smjer	Distribucija
Vert	Osnovna analiza usvojena za sve analize izvedene iz seizmičke kombinacije	-	SEIZMIČKA	Ne	-Z	Sila
Pushover	Seizmička analiza u smjeru +X s raspodjelom sile proporcionalnom masama	Vert	SEIZMIČKA	Da	+X	Sila
Pushover	Seizmička analiza u -X smjeru s raspodjelom sile proporcionalnom masama	Vert	SEIZMIČKA	Da	-X	Sila
Pushover	Seizmička analiza u smjeru +Y s raspodjelom sile proporcionalnom masama	Vert	SEIZMIČKA	Da	+Y	Sila
Pushover	Seizmička analiza u -Y smjeru s raspodjelom sile proporcionalnom masama	Vert	SEIZMIČKA	Da	-Y	Sila
Modal	Modalna analiza	-	SEIZMIČKA	Da	+X	Sila

Tablica 5-2 Granična stanja

Granično stanje	Pvr %	Tr [year]	Ag/g	Fo	Tc* [s]	Eta	S	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]	Te [s]	Tf [s]
Granično stanje ograničenog oštećenja	10	225	0,223	2,594	0,290	1	1,353	0,153	0,458	2,492	6	10
Granično stanje značajnog oštećenja	10	475	0,314	2,628	0,302	1	1,205	0,157	0,470	2,856	6	10
Granično stanje blizu rušenja	5	2475	0,502	2,629	0,326	1	1,000	0,165	0,495	3,608	6	10

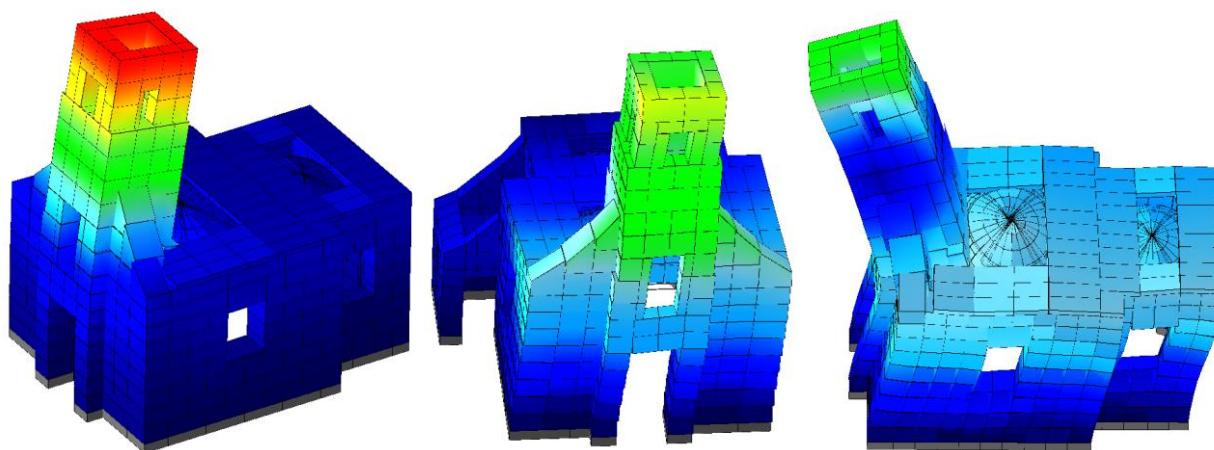


Slika 5-5 Projektni spektar



Slika 5-6 3D prikaz pojačanog modela

Modalna analiza





Slika 5-7 Oblici titranja $T_1 = 0,30$ s, $T_2 = 0,16$ s, $T_3 = 0,12$ s

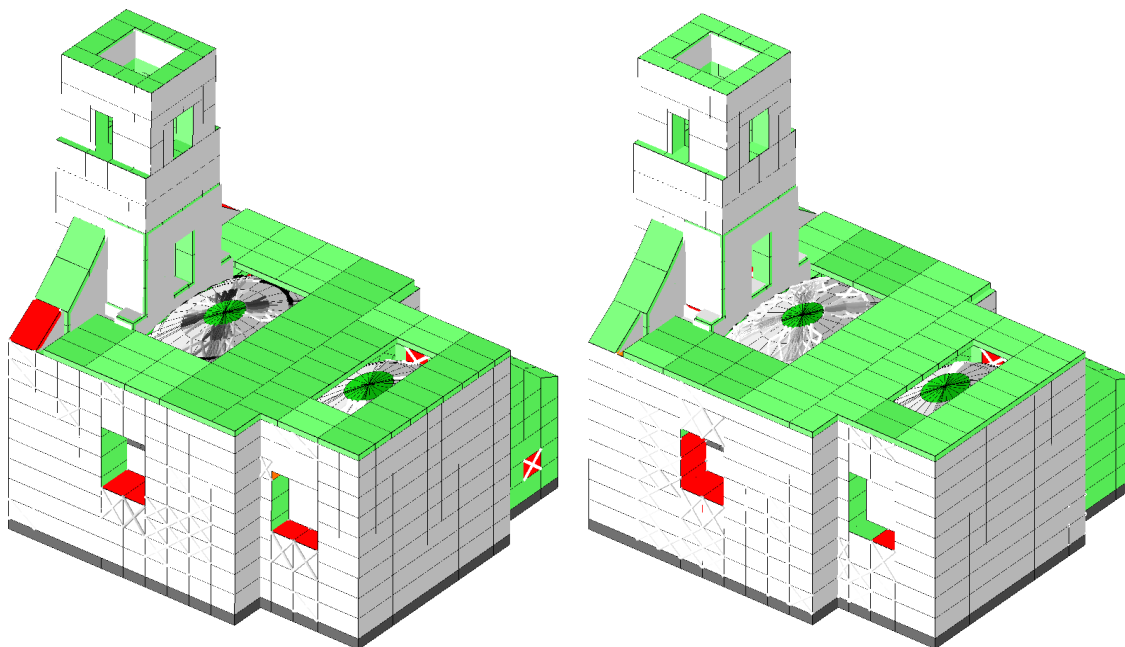
Oblici titranja su očekivani i primjereni za tip i oblik konstrukcije. Toranj u odnosu na ostatak kapele je znatno podatniji. Dok su oblici približno zadržani i prije i poslije pojačanja, može se primjetiti da je period znatno manji nakon pojačanja konstrukcije.

Pushover analiza

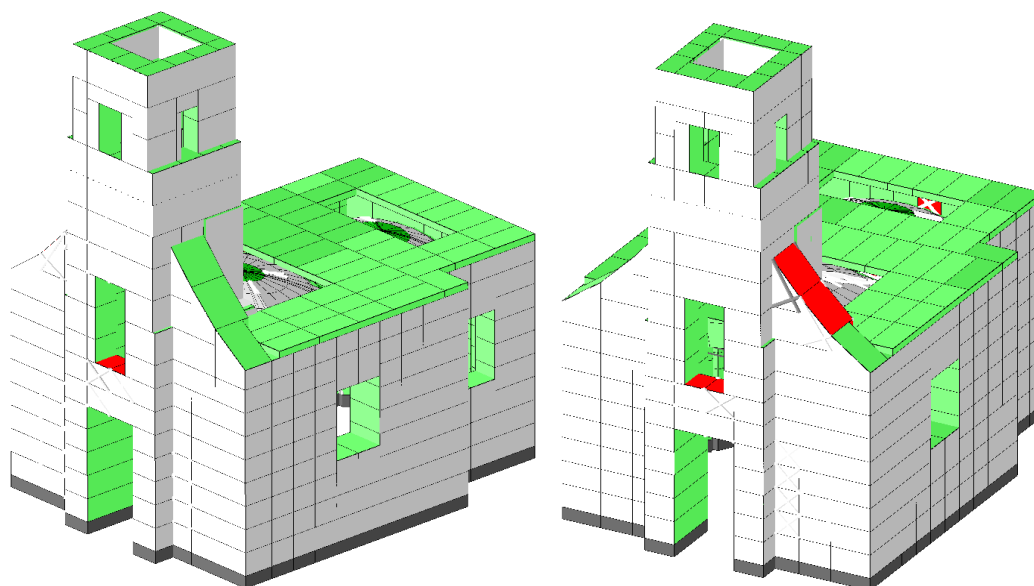
Nakon provedene pushover analize prvo su utvrđena moguća oštećenja na konstrukciji i oblici otkazivanja elemenata, a zatim su prikazane pushover krivulje za svaki smjer potresa iz kojih se zaključuje ponašanje konstrukcije uslijed potresnog opterećenja. Na kraju poglavlja je rekapitulacija s izraženim otpornostima kapele za pojedini smjer potresnog opterećenja te globalna otpornost.

Tip oštećenja	Razina oštećenja	
	Niska	Visoka
Dijagonalno otkazivanje		

Klizanje ploha	
----------------	--



Slika 5-8 Prikaz oštećenja - Push-over u smjeru +x i -x



Slika 5-9 Prikaz oštećenja - Push-over u smjeru +y i -y

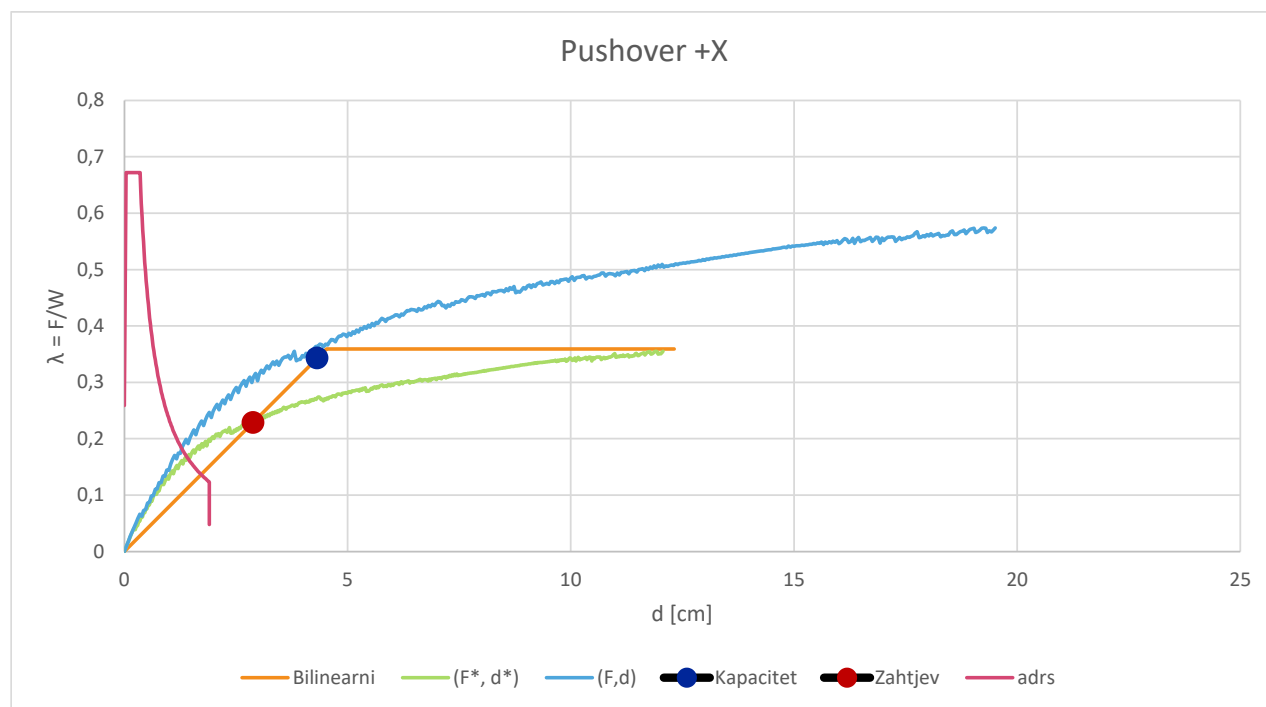
Na slikama iznad prikazana su moguća oštećenja pojačane građevine uslijed potresa povratnog perioda od 225 godina. Može se primjetiti kako oštećenja gotovo ni nema. Toranj ne pokazuje nikakva oštećenja zahvaljujući CRM oblogama i čeličnim prstenima, a u zidu su klizne plohe i raspucavanja minimalna radi pojačanja CRM-om. Moguće su pukotine u glavnom svodu jer je svod u odnosu na lukove koji ga omeđuju puno manje krutosti i u slučaju naginjanja mase tornja pri potresu u x smjeru dolazi do povećanja naprezanja. Unatoč tome, pukotine su minimalne i nisu otvorene tako da ne ugrožavaju stabilnost svoda. Novi serklaži, te armiranobetonske ploče iznad svodova pomažu građevini da se ponaša kao cijelina i ujednačava odziv cijele konstrukcije.

Procjena seizmičke ranjivosti – PP 225 godina

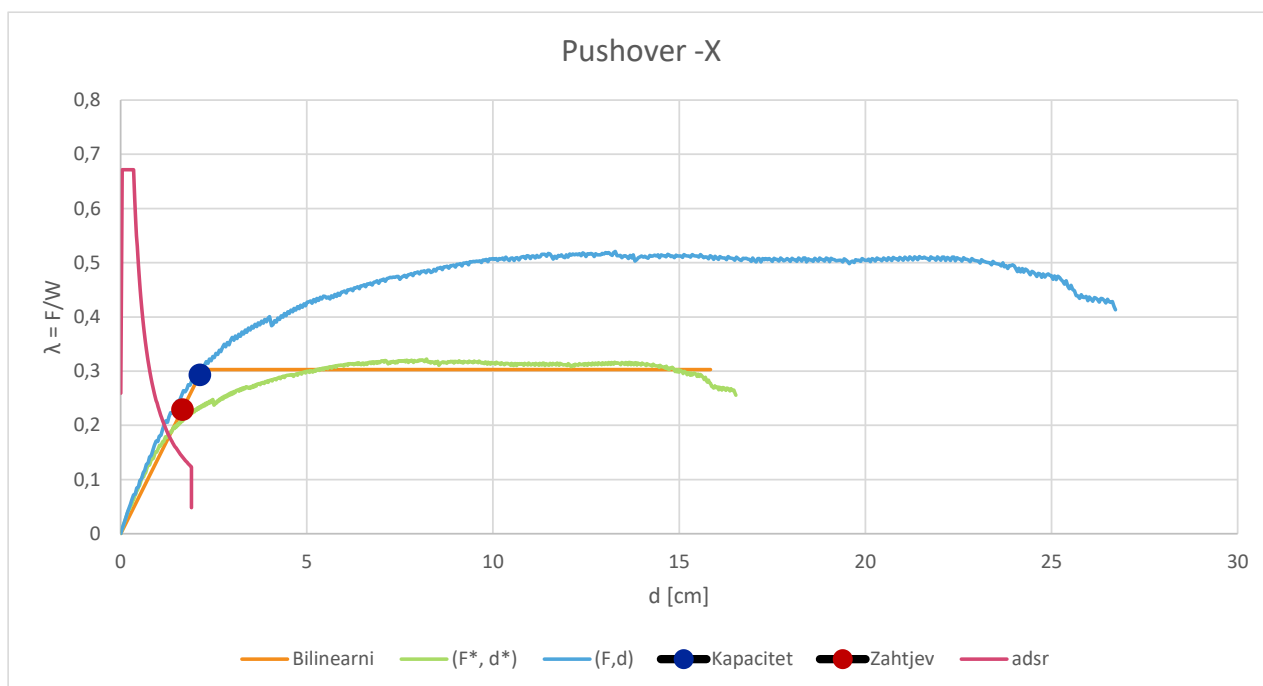
Na slikama u nastavku prikazane su push-over krivulje stvarnog sustava (sustava s više stupnjeva slobode – plava linija), reduciranog sustava (sustav s jednim stupnjem slobode – zelena linija) te ekvivalentna bilateralna krivulja (narančasta krivulja). Označene su i vrijednosti kapaciteta pomaka (tamno plava točka) te zahtijevanog pomaka (crvena točka). U tablici je zatim dana rekapitulacija te odnos kapaciteta i zahtjeva za svaku analizu, tj. svaki od smjerova potresnog djelovanja.

Kapacitet konstrukcije, tj. maksimalni pomak za granično stanje ograničenog oštećenja određuje se u programu HiStrA kao pomak na granici elastičnosti ekvivalentnog sustava s jednim stupnjem slobode

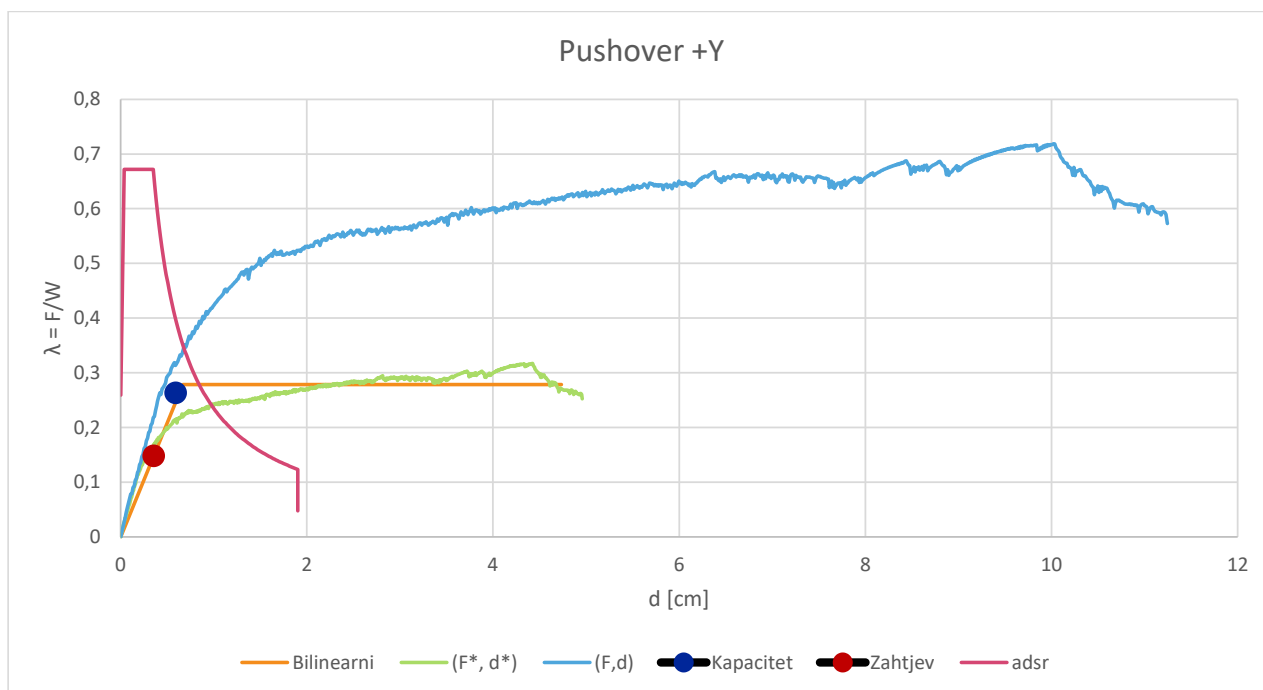
Zahtijevani pomak određuje se na temelju proračunskog spektra odziva za promatrani povratni period za prvi perioda osciliranja. Uspoređujući kapacitet i zahtjev pomaka određuje se seizmička ranjivost konstrukcije.



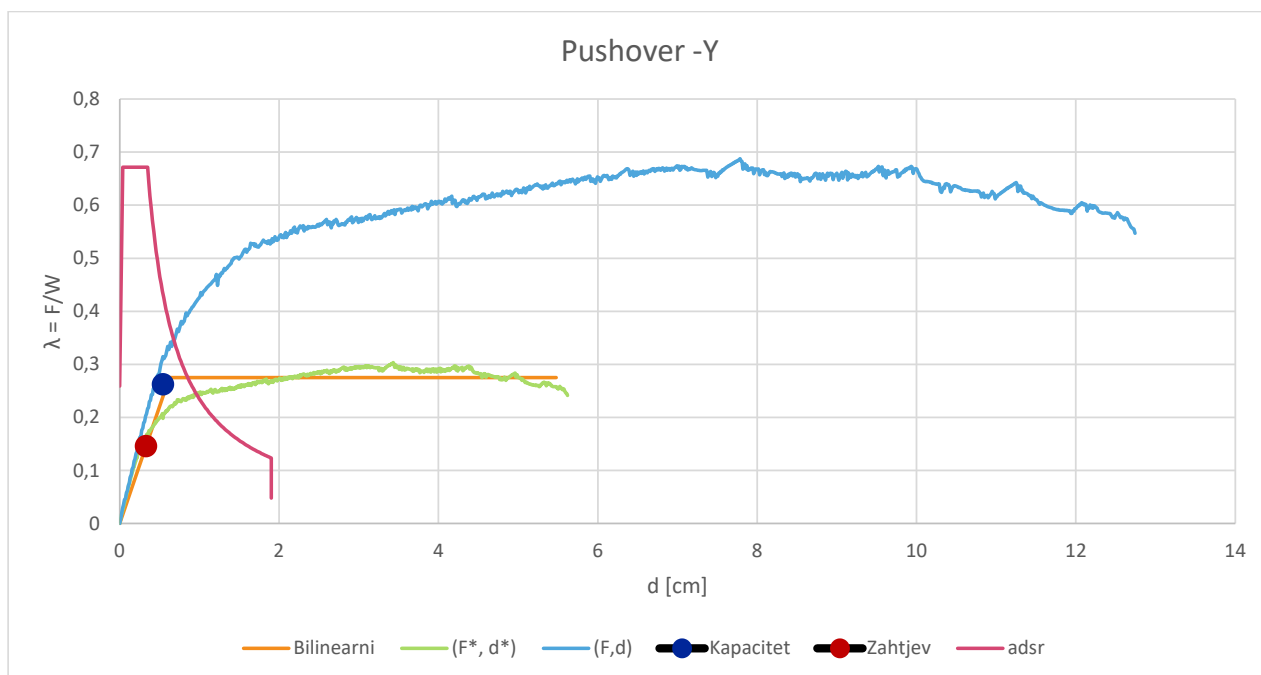
Slika 5-10 Push-over +X; procjena seizmičke ranjivosti



Slika 5-11 Push-over -X; procjena seizmičke ranjivosti



Slika 5-12 Push-over +Y; procjena seizmičke ranjivosti



Slika 5-13 Push-over -Y; procjena seizmičke ranjivosti

Tablica 5-3 Rekapitulacija pushover analize za granično stanje ograničenog oštećenja

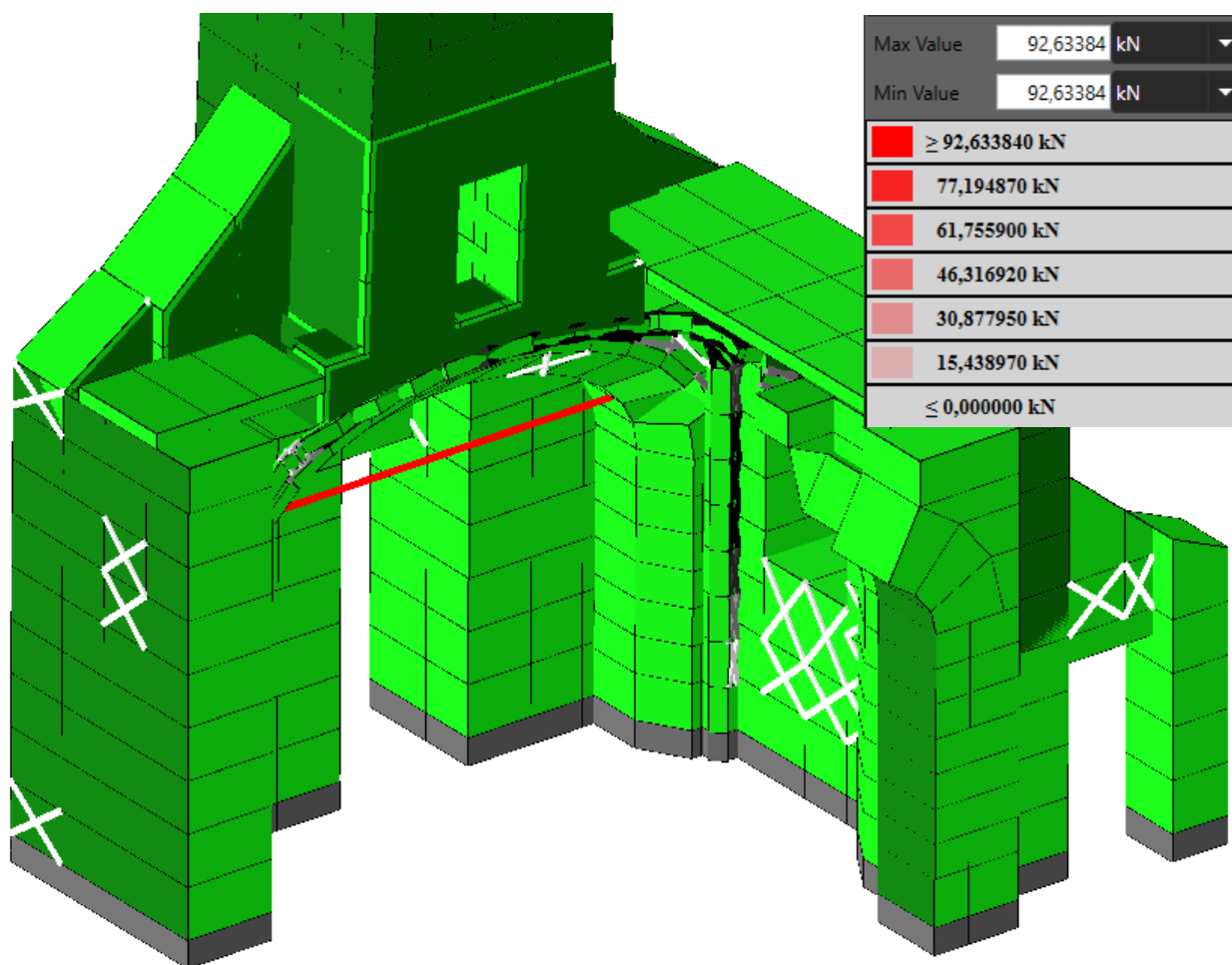
Analiza	Pomak [cm]		Usporedba [%]
	Kapacitet	Zahtjev	
Pushover +X	4,32	2,88	149,93
Pushover -X	2,12	1,66	128,10
Pushover +Y	0,59	0,36	166,32
Pushover -Y	0,55	0,33	164,85

Procjenom seizmičke ranjivosti, potresna otpornost kapele iznosi **128,10%** zahtijevane otpornosti za granično stanje ograničenog oštećenja.

5.3.2 Proračun novih čeličnih zatega

U peti luka ispod tornja potrebno je ugraditi novu prednapetu čeličnu zategu Ø20.

Nakon provedbe nelinearne statičke analize u programu HiStrA, za potresno opterećenje očitana je uzdužna sila u zategi. Postojeće zatega koje su izvedene pri tjemenu luka nisu modelirane kako bi u slučaju njihovog otkazivanja nova zatega mogla preuzeti opterećenje u potpunosti. Sila je očitana u slučaju mjerodavnog opterećenja potresom – smjer +x (naginjanje tornja na luk).



Mjerodavna sila:

$$N_{c,Ed} = 92,63 \text{ kN}$$

Otpornost nove zatega Ø20, kvalitete čelika S355 na vlačnu silu:

$$N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A_{uk} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,14 \cdot 35,5}{1,00} = 111,47 \text{ kN} > N_{c,Ed} = 92,63 \text{ kN}$$

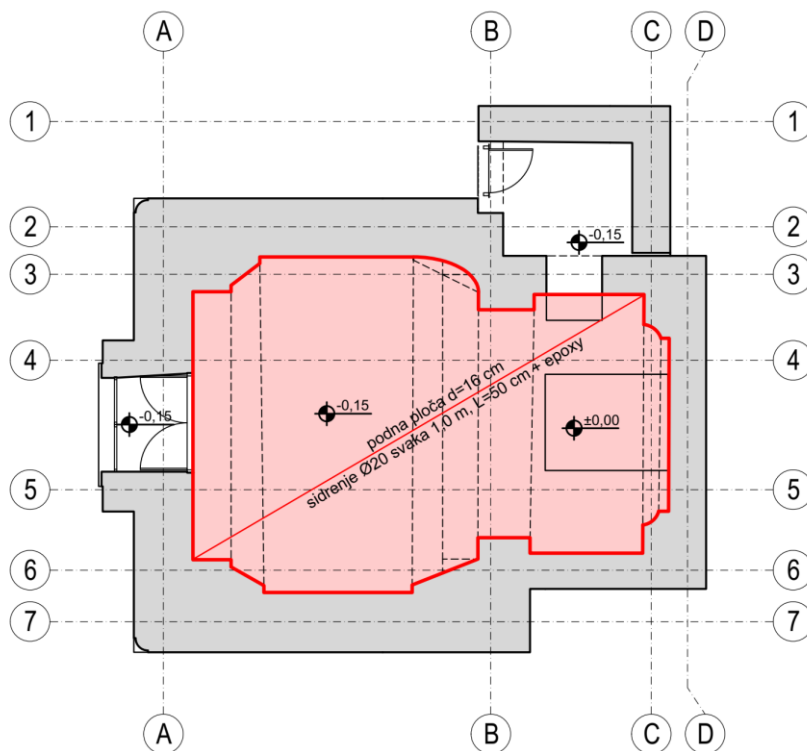
$$N_{c,Rd} = N_{u,Rd} = 0,9 \frac{A_{uk} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 0,9 \frac{3,14 \cdot 43,0}{1,25} = 108,02 \text{ kN} > N_{c,Ed} = 92,63 \text{ kN}$$

Nova zatega ima dostatnu otpornost na vlačnu silu za mjerodavno potresno opterećenje, a pri ugradnji potrebno ju je prednapeti s 5 kN.

5.4 Temelji

5.4.1 Podna ploča broda

U nastavku je proveden proračun podne ploče debljine 16 cm. Proračun se provodi na 2D modelu ploče dimenzija 7,65 x 5,70 m. Podna ploča izvodi se uz sidrenje u sve okolne zidne i temeljne sklopove.



Tlocrtni položaj podne ploče

Ulazni podaci

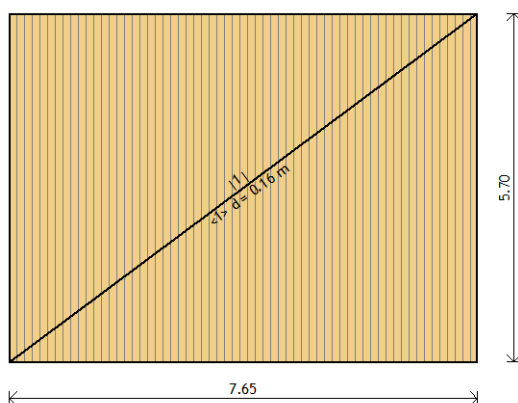


Tabela materijala							
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	α[t/1/C]	Em[kN/m ²]	μm
1	C 25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20

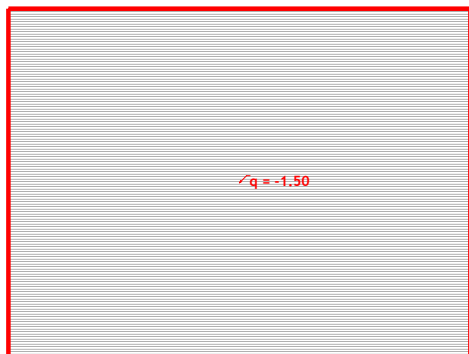
Setovi ploča							
No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]
<1>	0.16	0.100	1	Tanka ploča	Izotropna		

Setovi površinskih ležajeva			
Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	1.000e+10	1.000e+10	5.000e+3

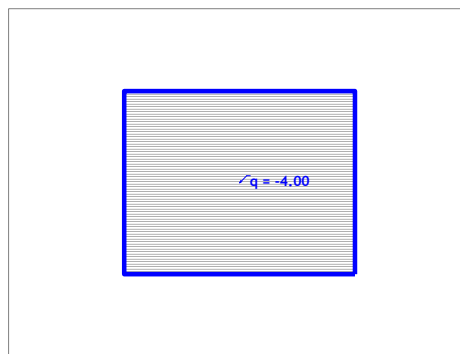
Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja	
LC	Naziv
1	stalno (g)
2	uporabno1
3	uporabno 2
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII
5	Komb.: 1.35xI+1.5xIII

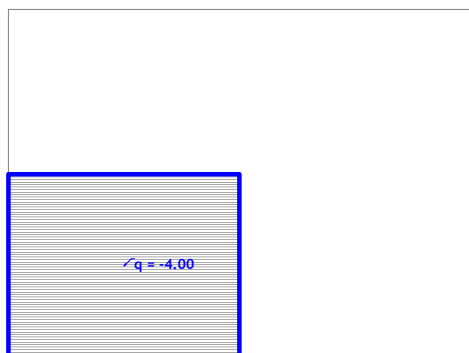
Opt. 1: stalno (g) /

Površinsko opterećenje
2. p=-1.50 kN/m²Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (2)

Opt. 2: uporabno1 /

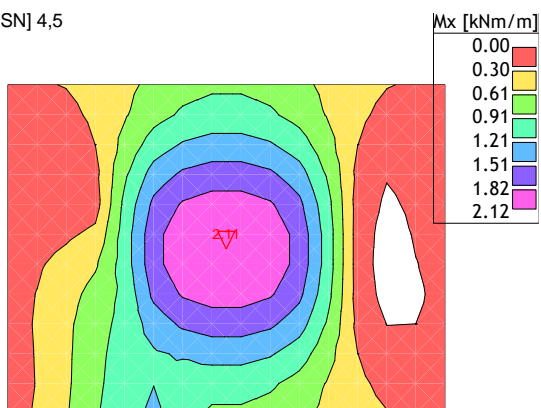
Površinsko opterećenje
1. p=-4.00 kN/m²Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (1)

Opt. 3: uporabno 2 /

Površinsko opterećenje
1. p=-4.00 kN/m²Setovi numeričkih podataka
Površinsko opterećenje (1)

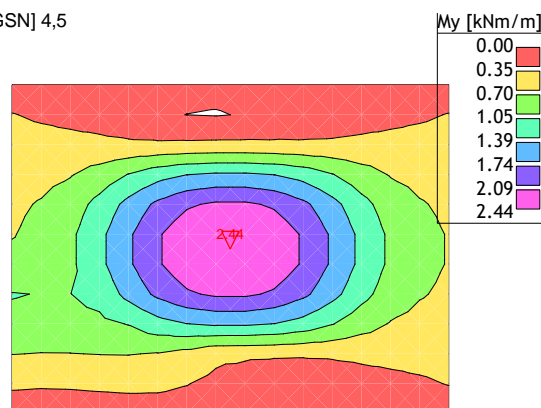
Rezultati statičkog proračuna

Opt. 6: [GSN] 4,5



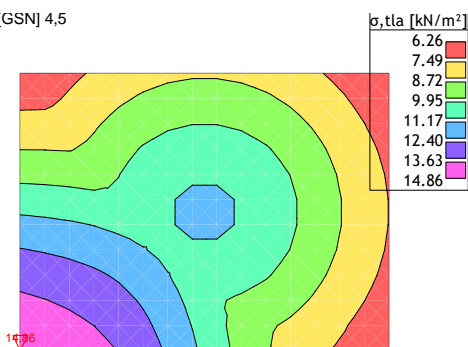
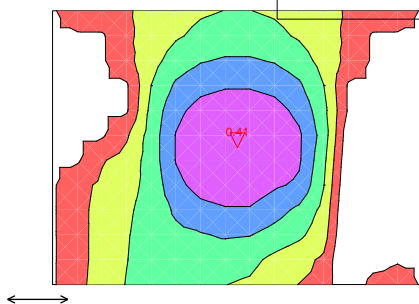
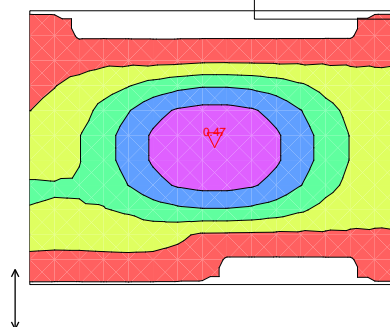
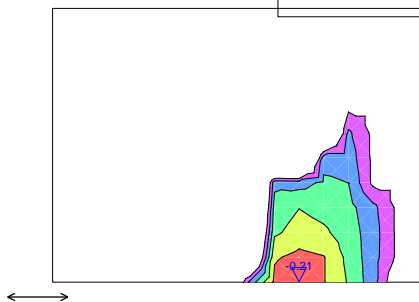
Utjecaji u ploči: max Mx= 2.11 / min Mx= 0.00 kNm/m

Opt. 6: [GSN] 4,5



Utjecaji u ploči: max My= 2.44 / min My= 0.00 kNm/m

Opt. 6: [GSN] 4,5

Utjecaji u pov. ležaju: max $\sigma, tla = 14.86$ / min $\sigma, tla = 6.27$ kN/m²**Dimenzioniranje**Mjerodavno opterećenje: 4,5
EC 2 (EN 1992-1-1:2004),
C 25, B500B, a=4.00 cmAa - d.zona - Pravac 1 [cm²/m]
0.00
0.08
0.16
0.25
0.33
0.41Mjerodavno opterećenje: 4,5
EC 2 (EN 1992-1-1:2004),
C 25, B500B, a=4.00 cmAa - d.zona - Pravac 2 [cm²/m]
0.00
0.10
0.19
0.29
0.38
0.48Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 0.41 cm²/mAa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 0.47 cm²/mMjerodavno opterećenje: 4,5
EC 2 (EN 1992-1-1:2004),
C 25, B500B, a=3.00 cmAa - g.zona - Pravac 1 [cm²/m]
-0.22
-0.18
-0.13
-0.09
-0.04
-0.00Mjerodavno opterećenje: 4,5
EC 2 (EN 1992-1-1:2004),
C 25, B500B, a=3.00 cmAa - g.zona - Pravac 2 [cm²/m]
-0.14
-0.11
-0.08
-0.06
-0.03
0.00Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -0.21 cm²/mAa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -0.13 cm²/m

Minimalna armatura:

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot (2,6 / 500) \cdot 100 \cdot 10,4 = 1,94 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrana armatura:

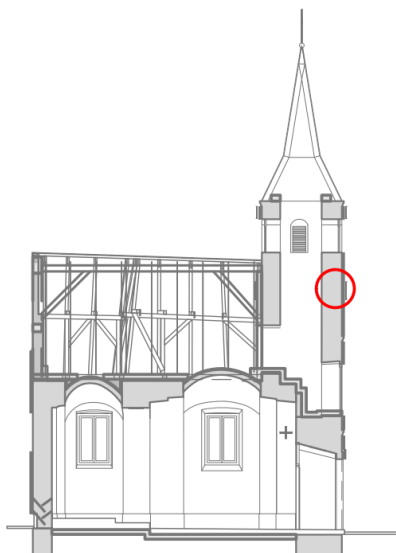
Podnu ploču armirati mrežama Q257 u obje zone. Rubna armature ploče su vilice Ø8/15 cm te uzdužne šipke 2Ø10. Sidrenje podne ploče sa armaturnim šipkama u postojeće zidove Ø20 svakih 1,0 m u skladu s izvedbenim detaljima.

6 Karakteristični izvedbeni detalji

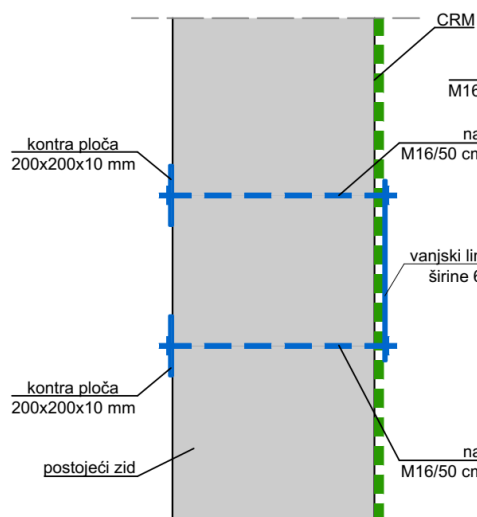
6.1 Toranj

DETALJ D3 - SIDRENJE ČELIČNIH PRSTENA NA TORNJU

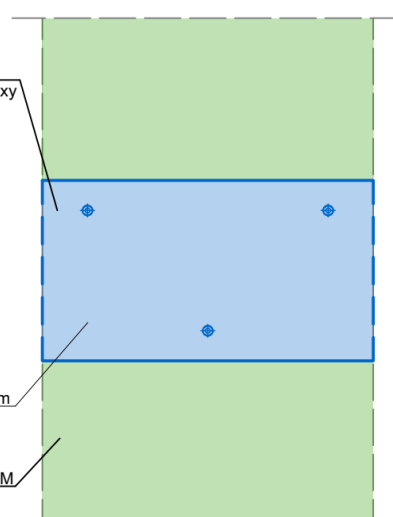
MJ 1:20



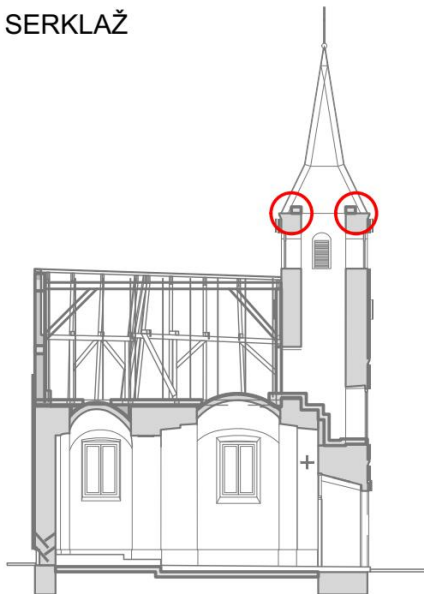
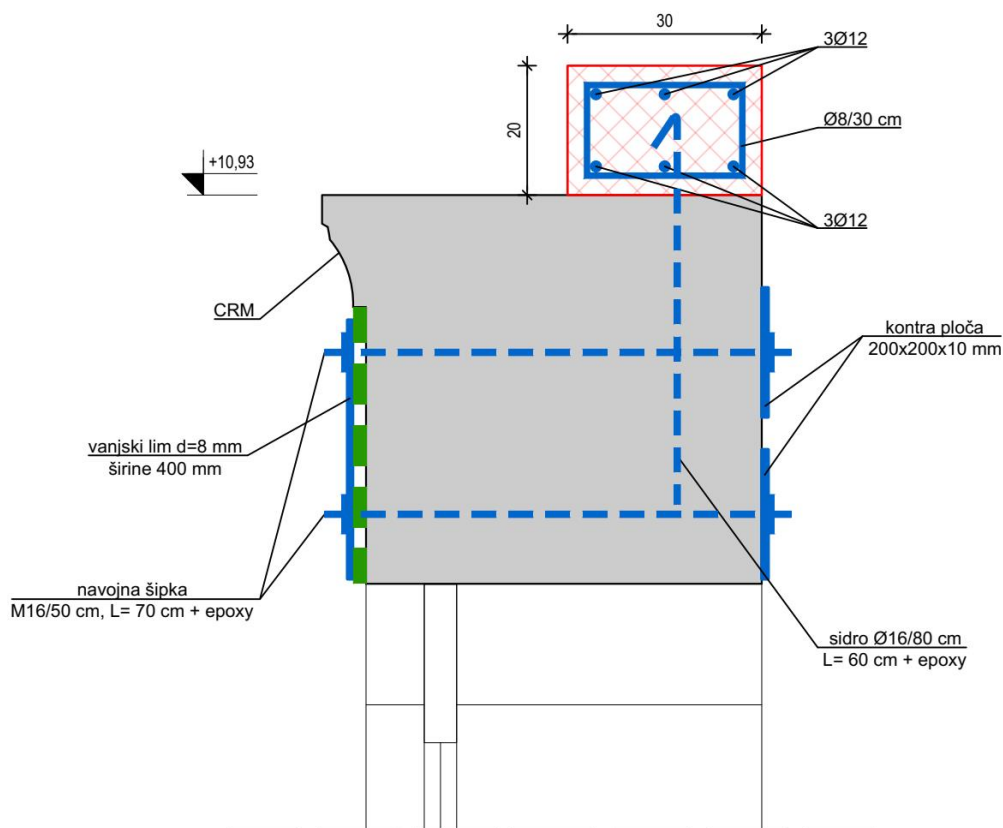
Presjek



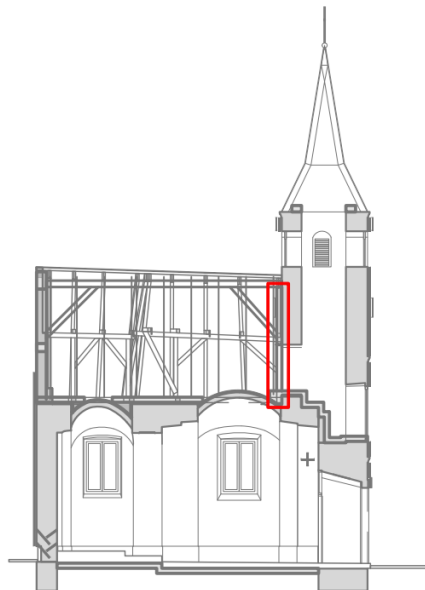
Pogled



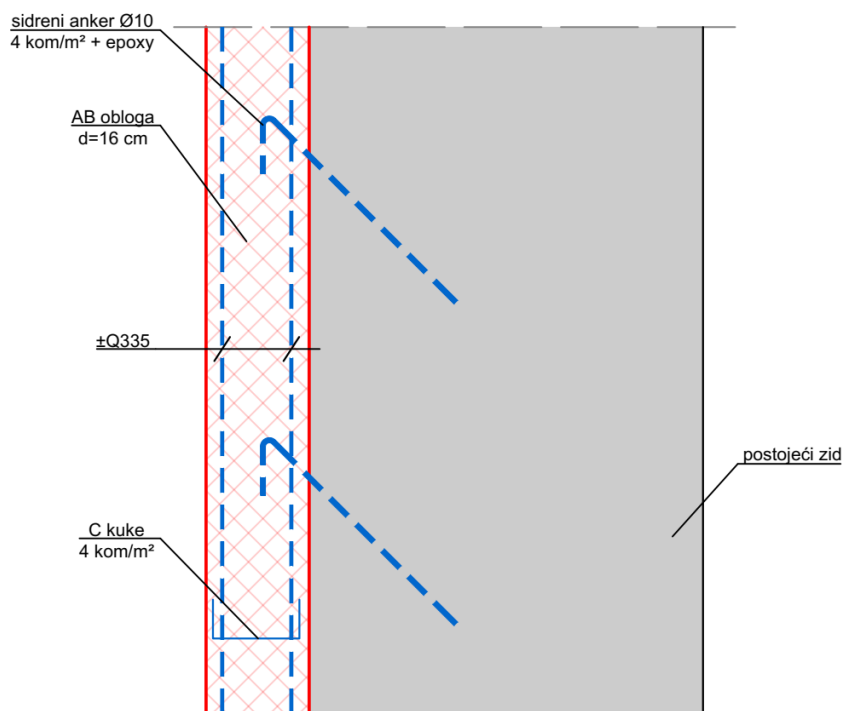
Materijal i spojna sredstva	Kvalitete materijala
beton	C25/30
drvo	C24
čelik (profili, limovi)	S355J2
armatura	B500A, B500B
navojna šipka	5.6

DETALJ D4 - AB HORIZONTALNI SERKLAŽ
MJ 1:10Presjek

Materijal i spojna sredstva	Kvalitete materijala
beton	C25/30
drvo	C24
čelik (profili, limovi)	S355J2
armatura	B500A, B500B
navojna šipka	5.6

DETALJ D5 - SIDRENJE ARMIRANOBETONSKE OBLOGE
MJ 1:10

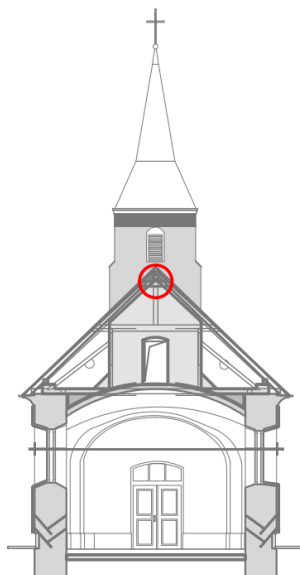
Presjek



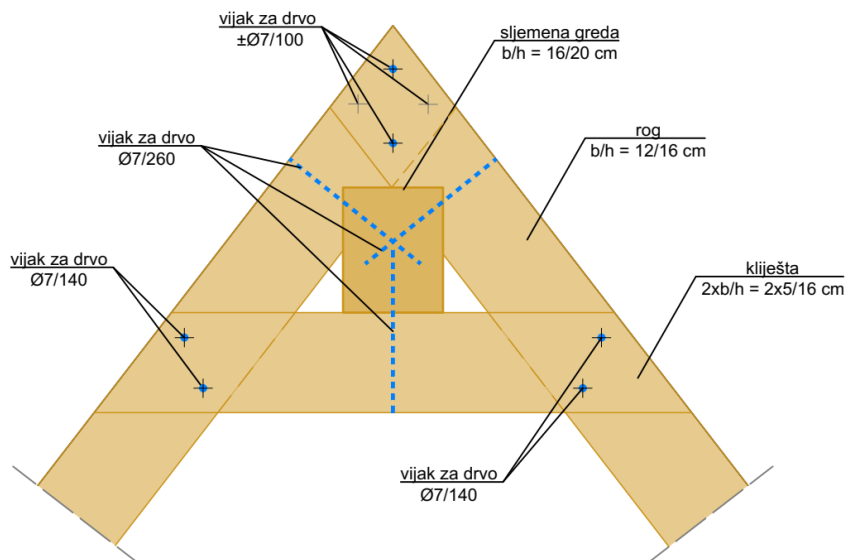
Materijal i spojna sredstva	Kvalitete materijala
beton	C25/30
drvo	C24
čelik (profili, limovi)	S355J2
armatura	B500A, B500B
navojna šipka	5.6

6.2 Krovšte

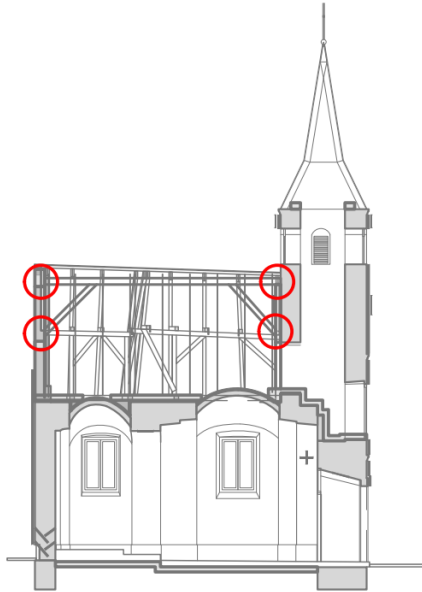
DETALJ D11- SPOJ SLJEMENE GREDE, ROGOVA I KLIJEŠTA MJ 1:10



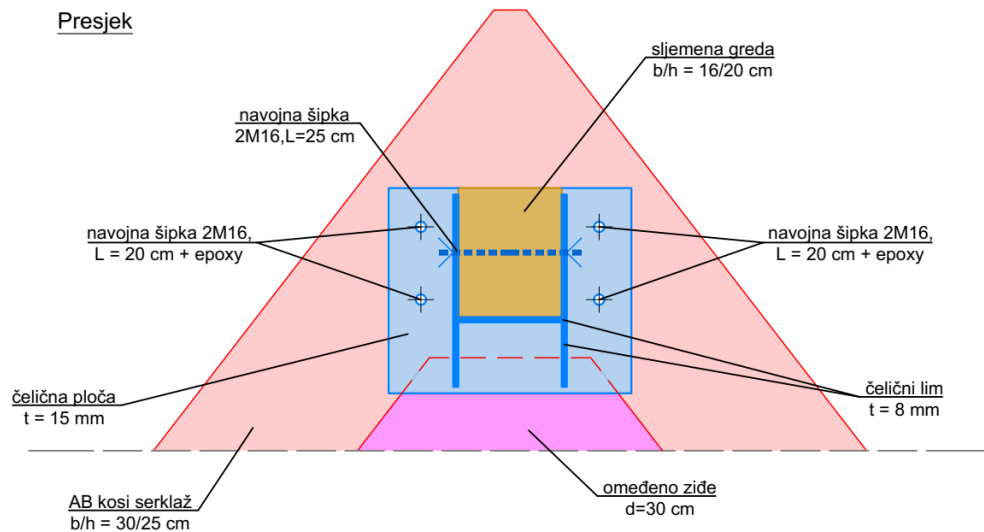
Presjek



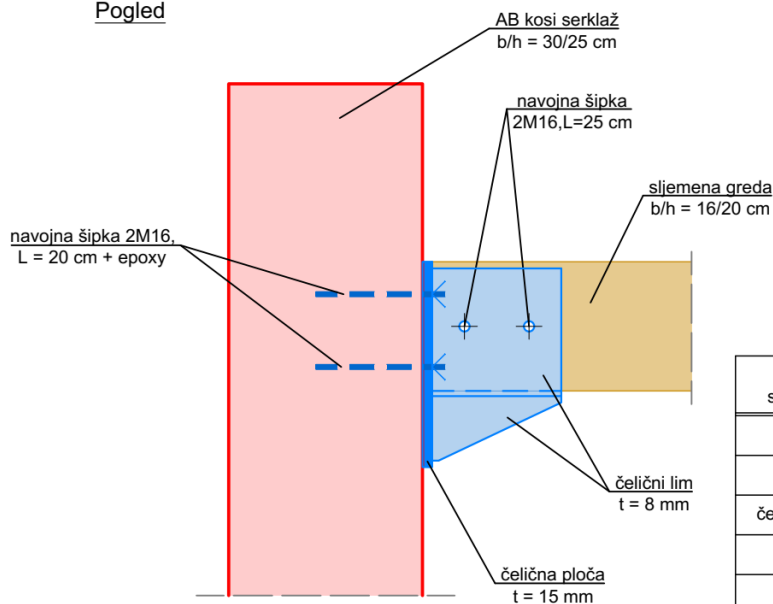
Materijal i spojna sredstva	Kvalitete materijala
beton	C25/30
drvo	C24
čelik (profili, limovi)	S355J2
armatura	B500A, B500B
navojna šipka	5.6

DETALJ D12- SIDRENJE SLJEMENE GREDE I KOSNIKA
MJ 1:10

Presjek



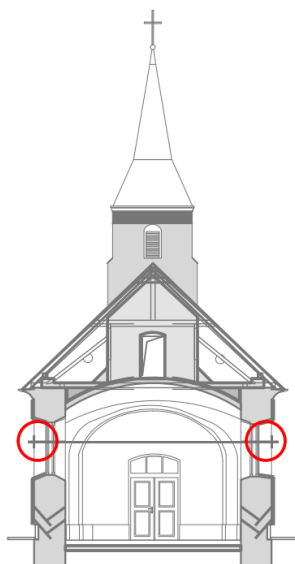
Pogled



Materijal i spojna sredstva	Kvalitete materijala
beton	C25/30
drvo	C24
čelik (profili, limovi)	S355J2
armatura	B500A, B500B
navojna šipka	5.6

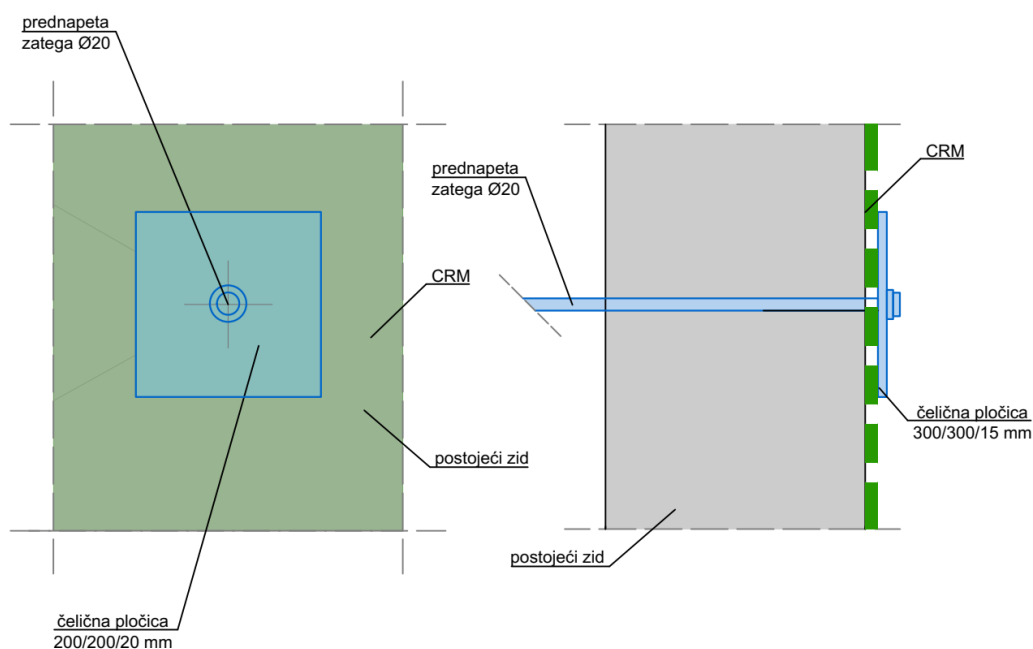
6.3 Kapela

DETALJ D6- KOTVENI DETALJ ZATEGE
MJ 1:10

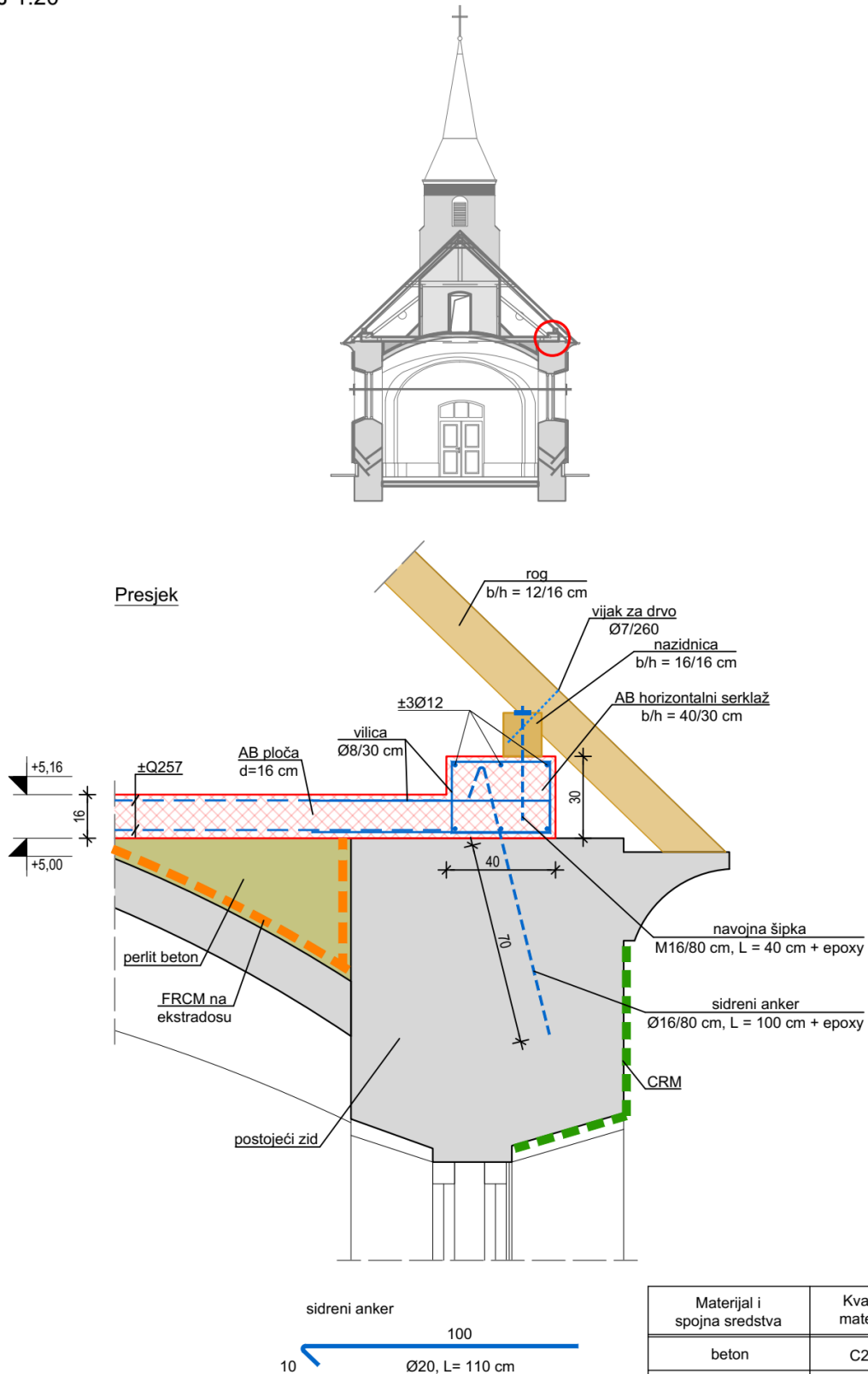


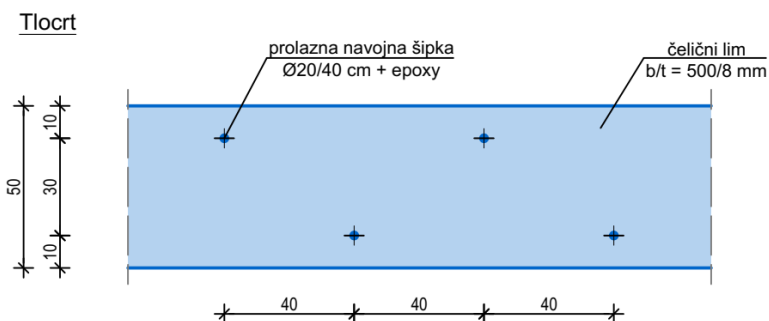
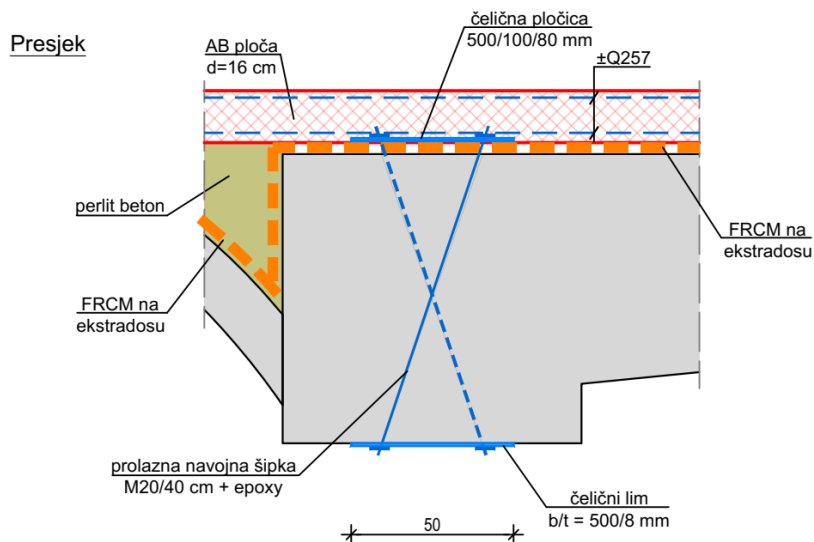
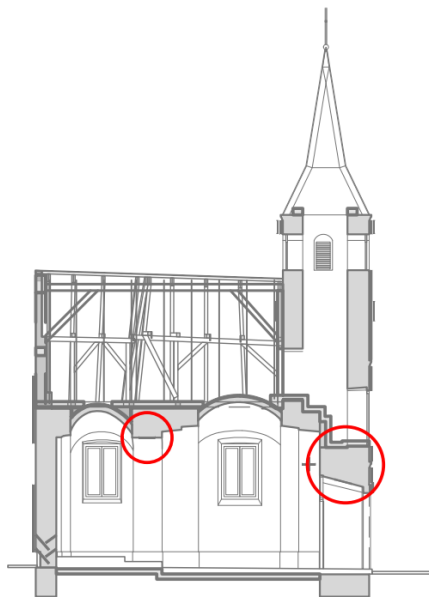
Pogled

Presjek



Materijal i spojna sredstva	Kvalitete materijala
beton	C25/30
drvo	C24
čelik (profili, limovi)	S355J2
armatura	B500A, B500B
navojna šipka	5.6

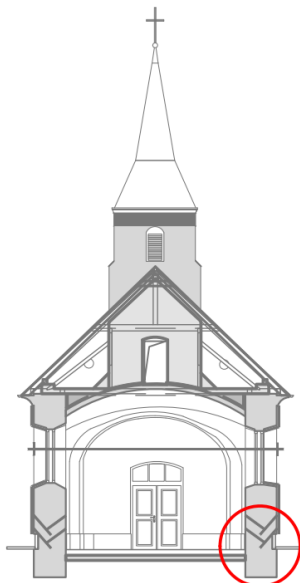
DETALJ D7- SIDRENJE HORIZONTALNOG SERKLAŽA I NAZIDNICE
MJ 1:20

DETALJ D8- POJAČANJE LUKOVA
MJ 1:20

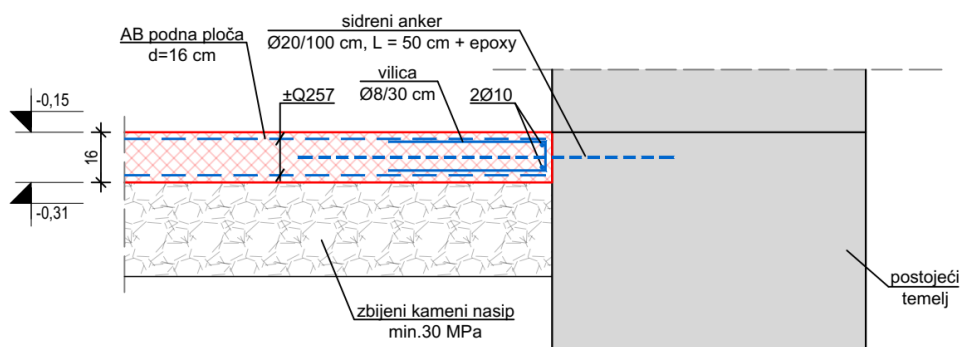
Materijal i spojna sredstva	Kvalitete materijala
beton	C25/30
drvo	C24
čelik (profili, limovi)	S355J2
armatura	B500A, B500B
navojna šipka	5.6

6.4 Temelji

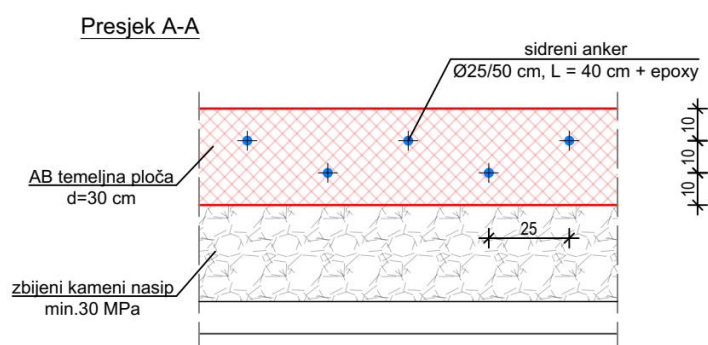
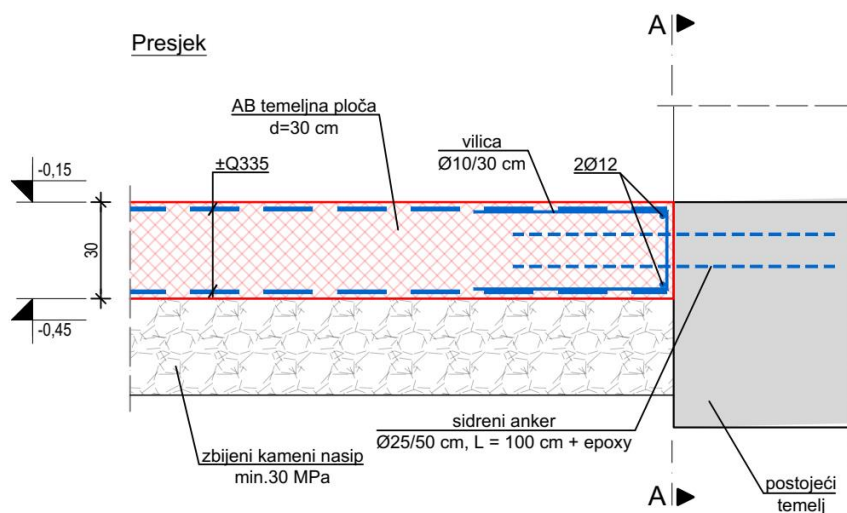
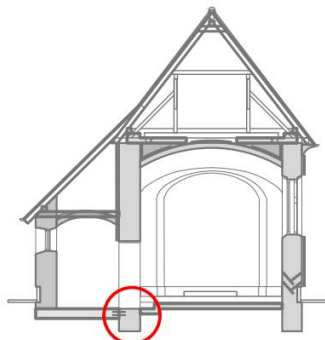
DETALJ D9- SIDRENJE PODNE PLOČE MJ 1:20



Presjek



Materijal i spojna sredstva	Kvalitete materijala
beton	C25/30
drvo	C24
čelik (profili, limovi)	S355J2
armatura	B500A, B500B
navojna šipka	5.6

DETALJ D10- SIDRENJE TEMELJA SAKRISTIJE
MJ 1:20

Materijal i spojna sredstva	Kvalitete materijala
beton	C25/30
drvo	C24
čelik (profili, limovi)	S355J2
armatura	B500A, B500B
navojna šipka	5.6

7 Ocjena potresne otpornosti građevine nakon pojačanja

Primaran cilj Projekta obnove je uklanjanje glavnih konceptualnih nedostataka građevine interdisciplinarnim pristupom kojim se čuva kulturna baština, a ujedno i pojačava građevina. Proračun građevine proveden je različitim metodama (ručni proračuni, metoda konačnih elemenata).

Nakon pojačanja građevine otpornost građevine iznosi 128,10 % za potresno opterećenje propisano za 225-godišnji povratni period koji je propisan za Razinu 3 obnove konstrukcije.

Proračunska potresna otpornost je vrijednost potresnog djelovanja iskazanog kao vršno ubrzanje tla tipa C za koje konstrukcija doseže granično stanje znatnog oštećenja te za ovu građevinu iznosi:

$$a_g = 0,185g \cdot 128,10/100 = 0,237g$$

Zahtjev za konstrukciju za granično stanje znatnog oštećenja iskazuje se kao poredbeno vršno ubrzanje tla tipa C za poredbeno povratno razdoblje od 475 godina te za ovu građevinu iznosi:

$$a_{g,475} = 0,260g$$

Indeks znatnog oštećenja konstrukcije (IZO) je omjer proračunske potresne otpornosti i zahtjeva za konstrukciju za granično stanje znatnog oštećenja te za ovu građevinu iznosi:

$$IZO = a_g / a_{g,475} = 0,237g / 0,260g = 0,91 \geq 0,75$$

Indeks znatnog oštećenja konstrukcije (IZO) nakon provedenih radova konstrukcijske obnove iznosi: 0,91.

Nakon svih izvedenih pojačanja opisanih u prethodnim poglavljima, zaključuje se da kapela zadovoljava na očekivana potresna opterećenja te da su uklonjeni konceptualni nedostaci građevine.

8 Mogućnost i uvjeti uporabe dijelova zgrade prije dovršetka obnove

S obzirom da je građevina u hitnom pregledu nakon potresa ocijenjena kao neuporabljiva (crvena naljepnica) zbog oštećenja te ocijenjena kao značajno oštećena (kategorija III prema EMS), građevina se **ne može** upotrebljavati prije dovršetka izvođenja radova.

Projektom se pretpostavljaju 3 (tri) grupe zahvata koje se mogu djelomično nezavisno odvijati prema sljedećem redoslijedu:

Popis zahvata:

Toranj

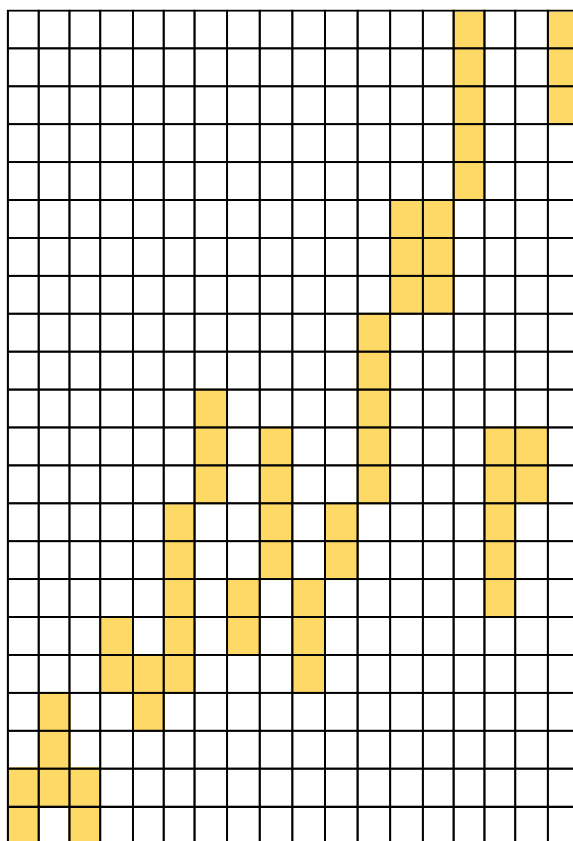
- izvedba horizontalnog serklaža na vrhu tornja,
- demontaža i pojačanje kape tornja,
- izvedba čeličnih prstena s vanjske strane tornja,
- izvedba armirane žbuke (CRM sustav) s vanjske strane tornja,
- izvedba armiranobetonske obloge na zidu tornja prema krovu.

Krovište

- prezidavanje zabata u sustavu omeđenog zida,
- izvedba novog krovišta uz razgradnju starog.

Kapela

- izvedba armiranobetonske dijafragme povezana s horizontalnim serklažima s uštedama iznad tjemena svodova,
- izvedba horizontalnog serklaža na vrhu zidova kapele,
- prekid kapilarne vlage,
- lokalna sanacija pukotina "šivanjem",
- ugradnja nove zatege u peti luka,
- pojačanje zidova kapele s vanjske strane (CRM sustav),
- pojačanje lukova čeličnim limovima,
- izvedba armirane žbuke (FRCM sustav) po ekstradosu svodova,
- razgradnja i izvedba novih zidova sakristije s armiranobetonskom stropnom pločom.
- izvedba nove podne armiranobetonske ploče,
- izvedba novih armiranobetonskih temelja sakristije.



Veliki vrh

Grupa zahvata :

- o Saniranje pukotina (šivanje)
- o Uklanjanje postojećeg krovšta s tornja i broda
- o Prekid kapilarnе vlage
- o Izvedba horizontalnog serklaža u razini vijenca tornja
- o Uklanjanje postojeće sakristije i istočnog zabatnog zida
- o Vanjsko punoplošno pojačanje zidova (CRM)
- o Oviјanje tornja čeličnim prstenovima
- o Izvedba nove temeljne ploče sakristije
- o Izvedba nove konstrukcije sakristije
- o Površinska sanacija ekstradosa svodova (FRCM)
- o Pojačanje lukova čeličnim limovima
- o Izvedba AB ploče i horizontalnog serklaža u razini vijenca broda
- o Izvedba AB obloge na istočnom zidu tornja
- o Ponovna izvedba zabatnog zida
- o Izvedba novog krovšta
- o Pojačanje kape tornja i ponovna montaža
- o Ugradnja nove zatege u peti luka
- o Izvedba nove podne ploče

9 Posebni tehnički uvjeti obnove

Posebni tehnički uvjeti obnove zgrada koje su dio kulturno-povijesne cjeline definirane su Programom mjera u skladu s odredbama članaka 13. i 14. Zakona o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije (NN 21/23). Predmetna se građevina s obzirom na vrednovanje Programa mjera može svrstati u kategoriju B2.

Svi predviđeni radovi popravka i pojačanja konstrukcije u skladu su sa smjernicama propisanim Programom mjera, odnosno zadržavaju izvorna rješenja i elemente konstrukcije kada je to opravdano i moguće.



REPUBLIKA HRVATSKA
GRAD ZAGREB
GRADSKI ZAVOD ZA ZAŠTITU
SPOMENIKA KULTURE I PRIRODE

KLASA: 612-08/20-05/509
URBROJ: 251-18-03/004-21-2
Zagreb, 19. ožujka 2021.

Župa Rođenja Blažene Djevice Marije
Granešina 12
10040 Zagreb

Predmet: Kapela sv. Križa, Veliki vrh 57 a, Granešina Nova
- konzervatorske smjernice/stručno mišljenje

Povodom Vašeg zahtjeva za izdavanjem stručnog mišljenja za kapelu sv. Križa, Veliki vrh 57a u Granešini Novoj zbog oštećenja izazvanih potresom, a temeljem priložene dokumentacije – „*Detaljni pregled kapele nakon potresa 22.3.2020. s prijedlogom sanacije oštećenih elemenata zgrade – I faza*“, TD: 19-b/2020, izrađenog po ARBI d.o.o. iz Zagreba, Kaptol 20, od svibnja 2020. godine, utvrđuje se sljedeće:

Kapela sv. Križa, Veliki vrh 57 a, Granešina Nova, Zagreb, nalazi se na području zaštićene ruralne kulturno-povijesne cjeline Etnološko područje Novoselečki vinogradi, za koju je rješenjem Ministarstva kulture i medija, Klasa: UP-I-612-08/05-06/0871, od 28.4.2005. godine, Narodne novine br. 109/05, utvrđeno svojstvo kulturnog dobra upisanog u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske – Listu zaštićenih kulturnih dobara, broj Registra: Z-2168. Na predmetno kulturno dobro primjenjuje se Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (Narodne novine 69/99, 151/03, 157/03-ispr., 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 44/17, 90/18, 32/20 i 62/20) i svi propisi koji se odnose na kulturna dobra.

Novoselečki vinogradi nalaze se sjeverno od sela Novoselca i Oporovca, koja se već u 13. stoljeću spominju u povijesnim dokumentima. Mjerilo i dispozicija koji proizlaze iz postave klijeti s obje strane komunikacije ne remete dominaciju vinograda i okolnog zelenila. Ulogu simbola identiteta i vizualnog orijentira ovdje preuzima kapela sv. Križa (k.č.br. 2433 k.o. Granešina), koja svojim arhitektonskim izričajem upućuje na kontinuitet lokacije, što je potvrđeno i dostupnom dokumentacijom, tako se postojanje kapelice u 17. stoljeću spominje u zapisu kanonske vizitacije 1841. godine. Sadašnja kapelica sagrađena je 1876., ali je znatno stradala u potresu 1880. godine nakon čega je temeljito obnovljena. U unutrašnjosti kapele nalaze se stropni i zidni oslici te glavni i dva bočna oltara. Kapelu i pripadajući prostor obilježavaju sve komponente vrijednog povijesnog ambijenta.

Pregledom oštećenja od strane ovlaštenih statičara nakon zagrebačkog potresa, 22. ožujka 2020. godine, kapela je procijenjena kao neuporabljiva. Pregledom od strane službenika ovog Zavoda te temeljem dostavljene dokumentacije utvrđeno je sljedeće:

Pokrov krova kapele (biber crijep) je oštećen. Na zapadnom pročelju su uočene izražene dijagonalne i horizontalne pukotine koje se sa dijela pročelja zvonika nastavljaju na korpus i pročelje kapele. Na sjevernom i južnom pročelju vidljive su jake dijagonalne pukotine od sokla do krovnog vijenca, uz brojne pukotine nadvoja prozora. Na istočnom pročelju je vidljiva okomita pukotina spojne linije nosivog zida i sakristije. U unutrašnjosti su vidljive brojne jače pukotine na oslikanim svodovima i susvodnicama iznad broda i svetišta kapele, na oslikanom slavloluuku te na svim zidovima i lukovima. Većina konstruktivnih elemenata je izrazito oštećena i nestabilna, te prijeti opasnost od daljnjeg urušenja. Dio inventara i opreme kapele je uništen, kao i nekoliko kipova svetaca. Oltari su pretrpjeli manja oštećenja.

Nizom naknadnih potresa, kao i jakim potresom u prosincu 2020. godine postojeća oštećenja su se dodatno pojačala.

Dostavljeni prijedlog prve faze sanacije oštećenih elemenata kapele je načelno prihvatljiv, no imajući u vidu cjelovitu obnovu koja obuhvaća konstruktivne, građevinsko-obrtničke i konzervatorsko-restauratorske zahvate, nužno je daljnje postupanje prilagoditi niže utvrđenim konzervatorskim smjernicama.

Sa stajališta zaštite i očuvanja kulturnih dobara, a u cilju cjelovite obnove objekta utvrđuju sljedeće konzervatorske smjernice:

- U daljnjem je postupku, u cilju cjelovite konstruktivne sanacije i obnove predmetne građevine, potrebno angažirati stručnu i ovlaštenu fizičku osobu koja će izraditi Elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije, sukladno Pravilniku o sadržaju i tehničkim elementima projektne dokumentacije obnove, projekta za uklanjanje zgrade i projekta za građenje zamjenske obiteljske kuće oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije (Narodne novine 127/2020).

- Elaboratom je potrebno utvrditi i definirati način provedbe hitnih radova uklanjanja i razgradnje, podupiranja, demontaže, imobilizacije ili zaštite oštećenih dijelova, odnosno montaže unutarnje skele, s ciljem sprječavanja ugroze života i zdravlja ljudi te daljnjih oštećenja kapele.

- Do početka radova na cjelokupnoj sanaciji, temeljem Elaborata nužno je utvrditi eventualnu potrebu i način izvedbe hitnih ili privremenih ojačanja dijelova konstrukcije, kako bi se moglo bez opasnosti pristupiti prostoru. Potrebno je osigurati i javnu površinu ispred objekta na način da se postavi zaštitna skela i osigura prostor za siguran rad. Za navedene radove potrebno je ishoditi propisana odobrenja na temelju tehničke dokumentacije izrađene po ovlaštenoj fizičkoj osobi.

- U kontekstu cjelovitog sagledavanja oštećenja crkve i navedenih hitnih postupanja potrebno je u suradnji s restauratorima provesti mjere zaštite inventara, bilo njegovom zaštitom *in situ* ili demontažom i evakuacijom.

- Na temelju Elaborata i utvrđenih konzervatorskih smjernica potrebno je izraditi projektnu dokumentaciju za cjelovitu sanaciju i obnovu konstrukcije objekta. Sve izvorne elemente oblikovanja potrebno je u potpunosti zadržati. Projektnom dokumentacijom je potrebno obuhvatiti sve građevinske, obrtničke i konzervatorsko-restauratorske radove (konzervatorsko-restauratorska istraživanja sa pisanim izvješćem i prijedlogom cjelovitih konzervatorsko-restauratorskih radova) te u daljnjem postupku ishoditi sva zakonom propisana odobrenja.

Tehničku dokumentaciju za sanaciju i obnovu građevine izrađuju stručne osobe koje moraju posjedovati dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, sukladno *Pravilniku za dobivanje dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara* (Narodne novine 98/18).

S poštovanjem,



Dostaviti:

1. Naslovu
2. ivan.krizic@supremee.hr
3. ilija.beljan@outline.hr
4. Zagrebačka nadbiskupija, Kaptol 31, 10 000 Zagreb
5. Ministarstvo kulture i medija, Uprava za zaštitu kulturne baštine, Runjaninova 2, 10 000 Zagreb
6. Pismohrana, ovdje

10 Posebni tehnički uvjeti za gospodarenje građevinskim otpadom

Tijekom obnove konstrukcije zgrade, ne predviđa se pojavljivanje opasnog otpada. Tijekom obnove konstrukcije zgrade potrebno je sukcesivno odvoziti otpad na za to predviđene deponije ili reciklažna dvorišta. Za potrebe izvođenja radova i skladištenja materijala i opreme, postoji mogućnost formiranja odgovarajuće deponije u dvorištu građevine. Nakon izvođenja radova treba izvršiti radove čišćenja gradilišta, odnosno dovođenja gradilišta u stanje uporabivosti. Potrebno je odvesti višak građevinskog otpada sa skladišnog prostora, očistiti cijelo gradilište od smeća i otpadnog materijala, sve ograde, stepenice i sl. oštećene tijekom gradnje popraviti. Prilikom gospodarenja građevinskim otpadom koristiti Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/2016) te razvrstavati otpad prema Katalogu otpada.

Zagreb, studeni 2023.

Projektant:
Juraj Pojatina, dipl.ing.građ.



III. TROŠKOVNIK PROCIJENJENIH TROŠKOVA RADOVA OBNOVE

Predmet Mape 3

IV. GRAFIČKI PRIKAZ

- List 1 IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA
- List 2 PRIKAZ ZATEČENOG IZVEDENOG STANJA
- List 3 PREGLED ZAHVATA POJAČANJA NA KONSTRUKCIJI



REPUBLIKA HRVATSKA
GRAD ZAGREB

GRADSKI URED ZA KATASTAR I GEODETSKE POSLOVE

Stanje na dan: 14.11.2023.
OSS evidencijski broj: 2905813/2023

K.o. GRANEŠINA NOVA
k.č.br.: 3538

IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Mjerilo 1:1000
Izvorno mjerilo 1:1000



Sukladno Zakonu o upravnim pristojbama (»Narodne novine«, br. 115/16) te Uredbi o tarifi upravnih pristojbi (»Narodne novine«, br. 92/21 i 93/21), upravna pristojba po Tar. Br. 1. ne naplaćuje se.



Kontrolni broj: 202400199993219

Škenniranjem QR koda navedenog na ovom elektroničkom zapisu možete provjeriti točnost podataka. Isto možete učiniti i na internet adresi <http://os.uredjemenja.hr/public/preuzmiDokument> unosom kontrolnog broja. U oba slučaja sustav će prikazati izvornik ovog dokumenta. U slučaju da je ovaj dokument identičan prikazanim izvornikom u digitalnom obliku, Delovna geodetska uprava potvrđuje točnost dokumenta i stanje podataka u trenutku izrade isprave.

broj
revizije: 1

opis:

datum:



građevina: Kapela Svetog Križa
Veliki vrh 57a, 10 000 Zagreb
k.č.br. 3538, k.o. Granešina Nova

sadržaj:

IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA



investitor: Župa Rodenja Blažene Djevice Marije
Granešina 10, 10 000 Zagreb
OIB: 89126704852

suradnici: David Anđić, mag.ing.aedif. Ivan Manović, mag.ing.aedif.
Tamara Horvat, mag.ing.aedif. Mihaela Maslač, mag.ing.arch.
Matej Kramarić, mag.ing.aedif.
Maja Vrančić, mag.ing.aedif.
Nemanja Zečić, mag.ing.aedif.

mjerilo:
1:1000
± 0,00 =
245,0 mnv

glavni projektant: Ana Jeren, mag.ing.arch., A 4292

projektant: Juraj Pojatina, dipl.ing.grad., G 3870

direktor: Juraj Pojatina, dipl.ing.grad.

list br:

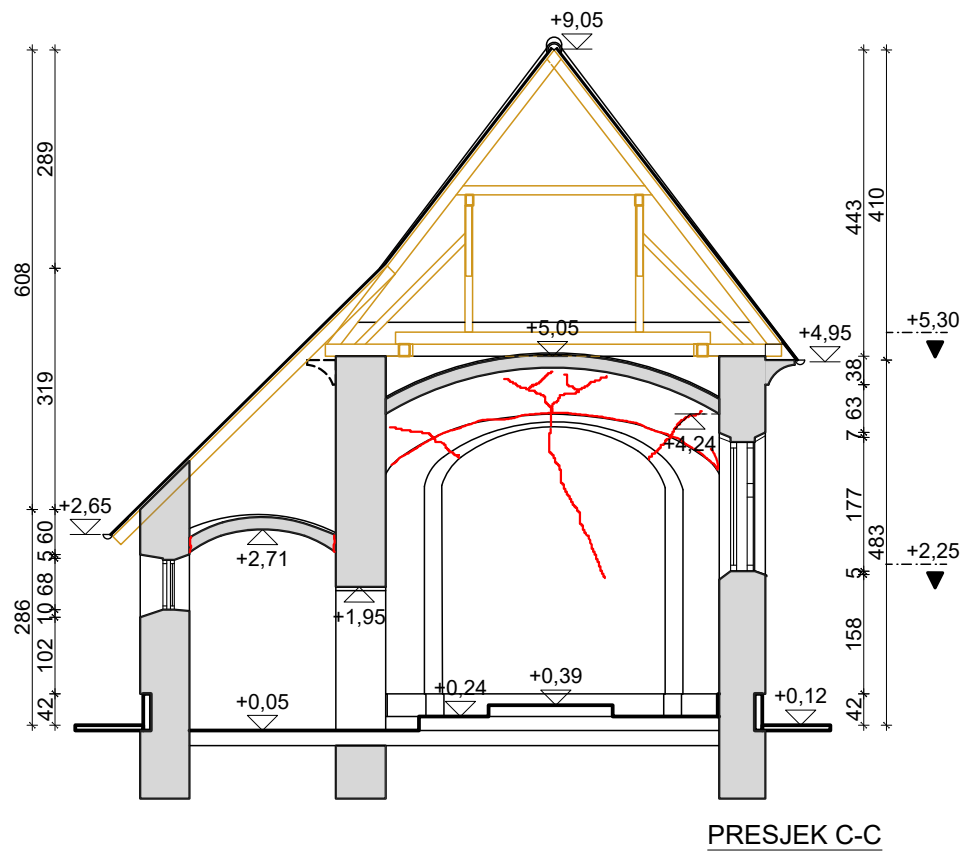
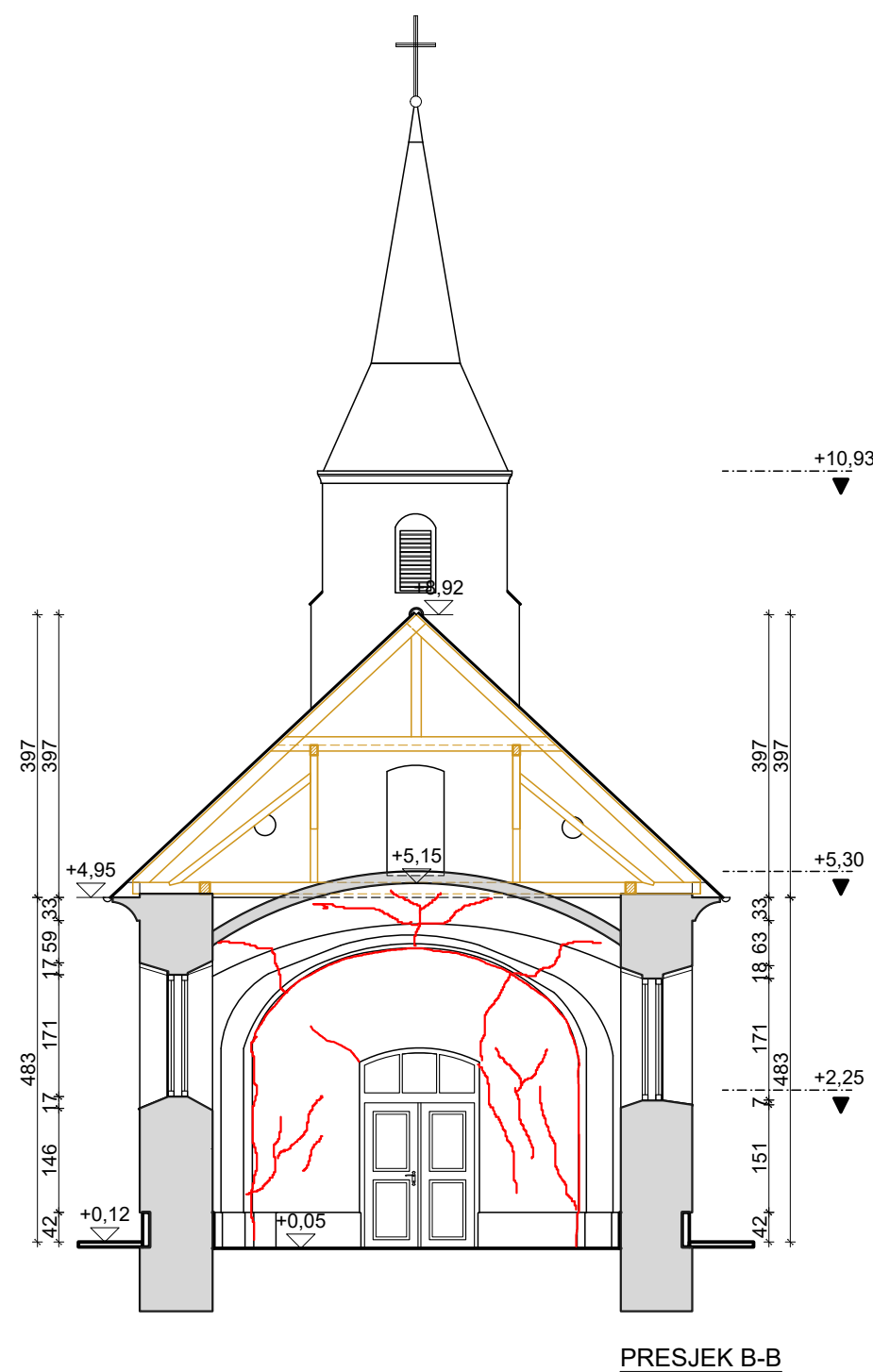
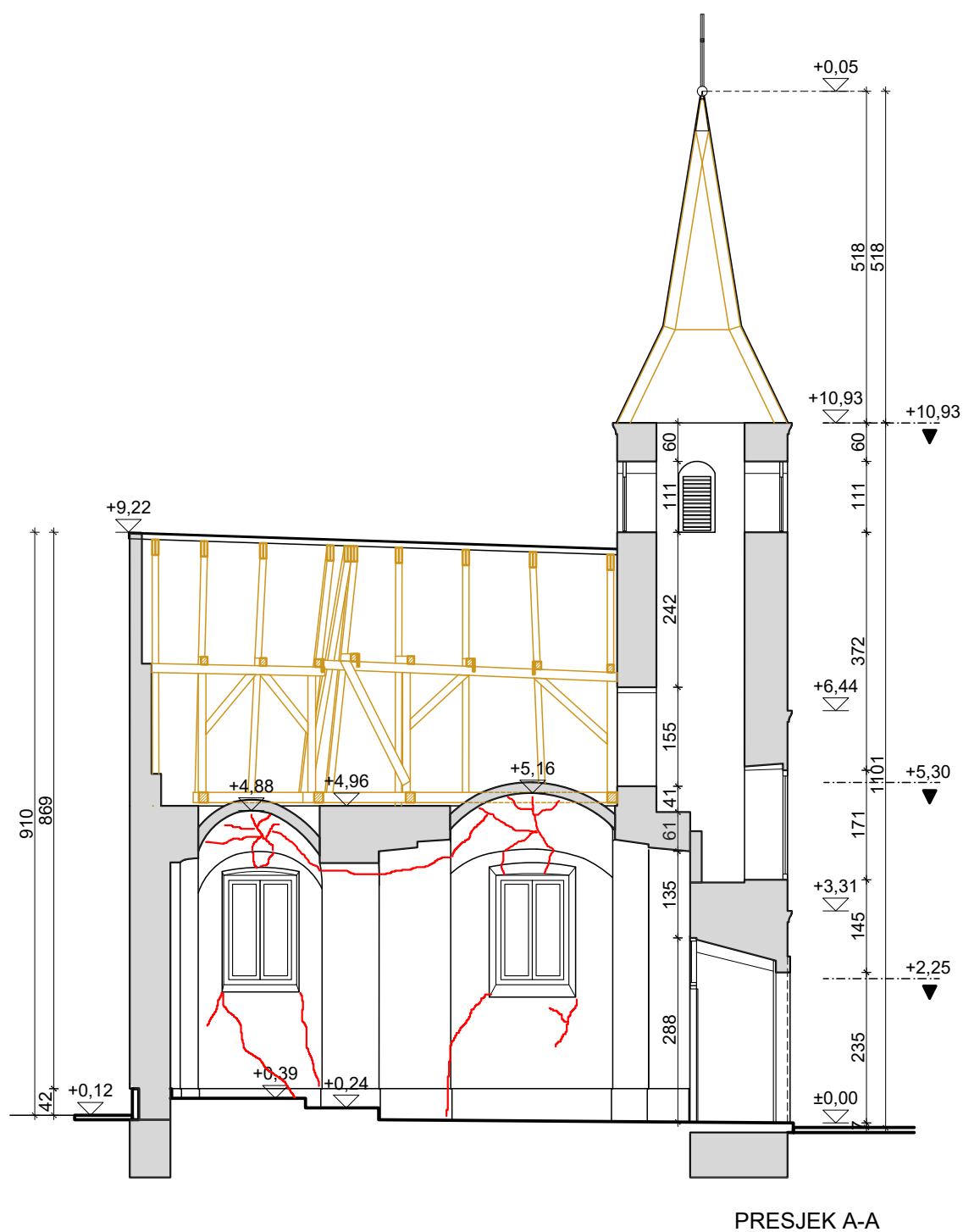
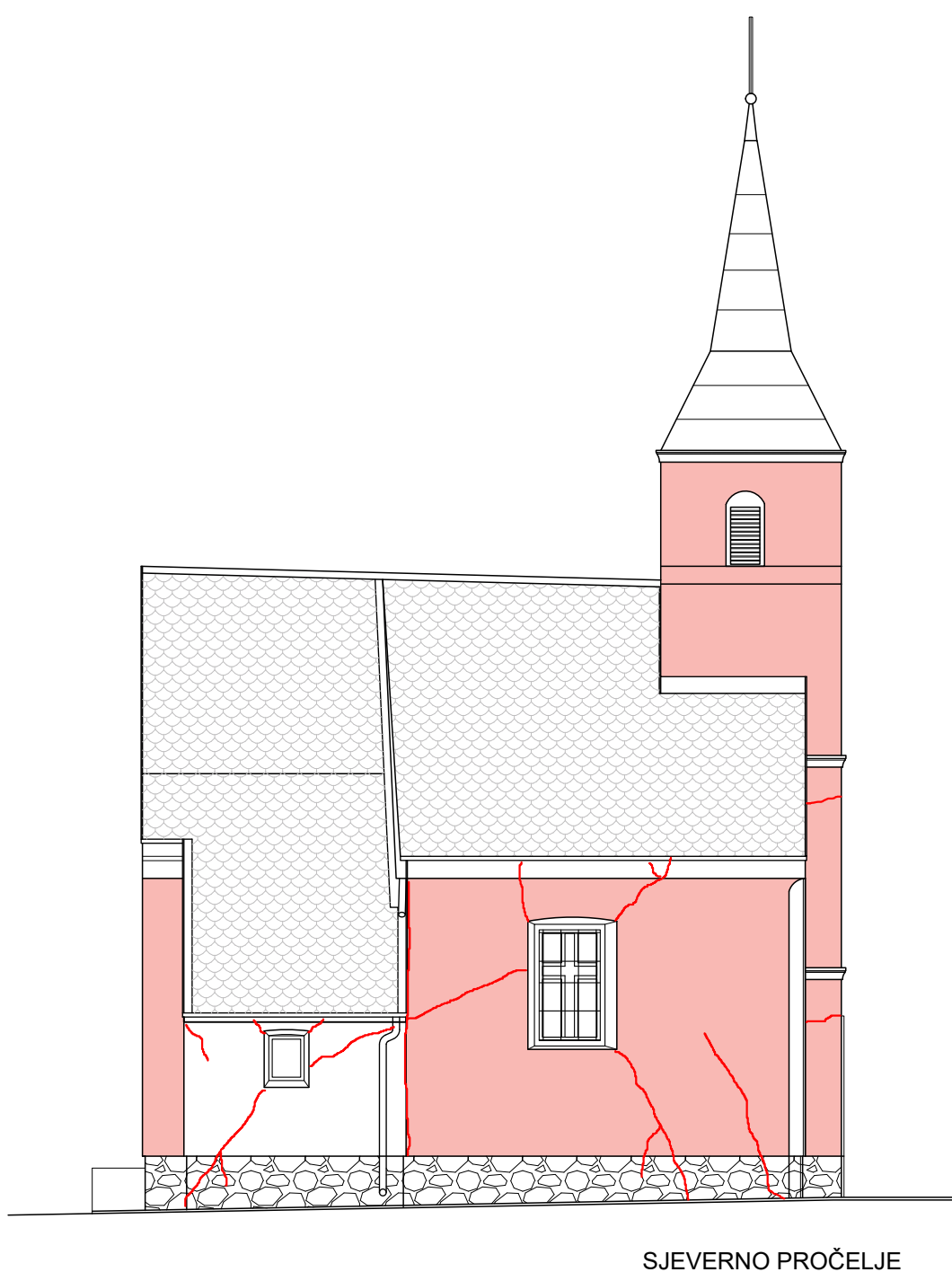
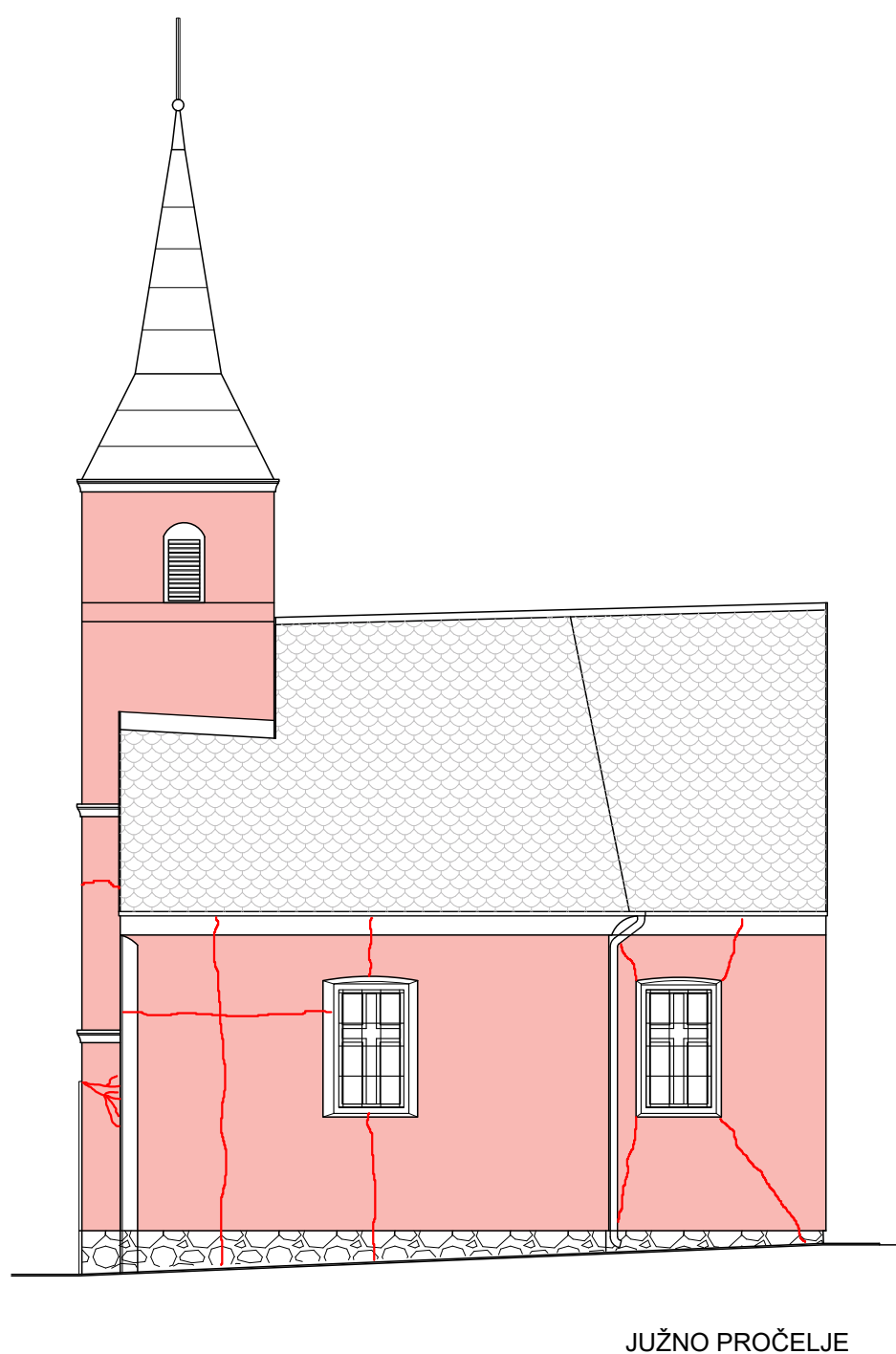
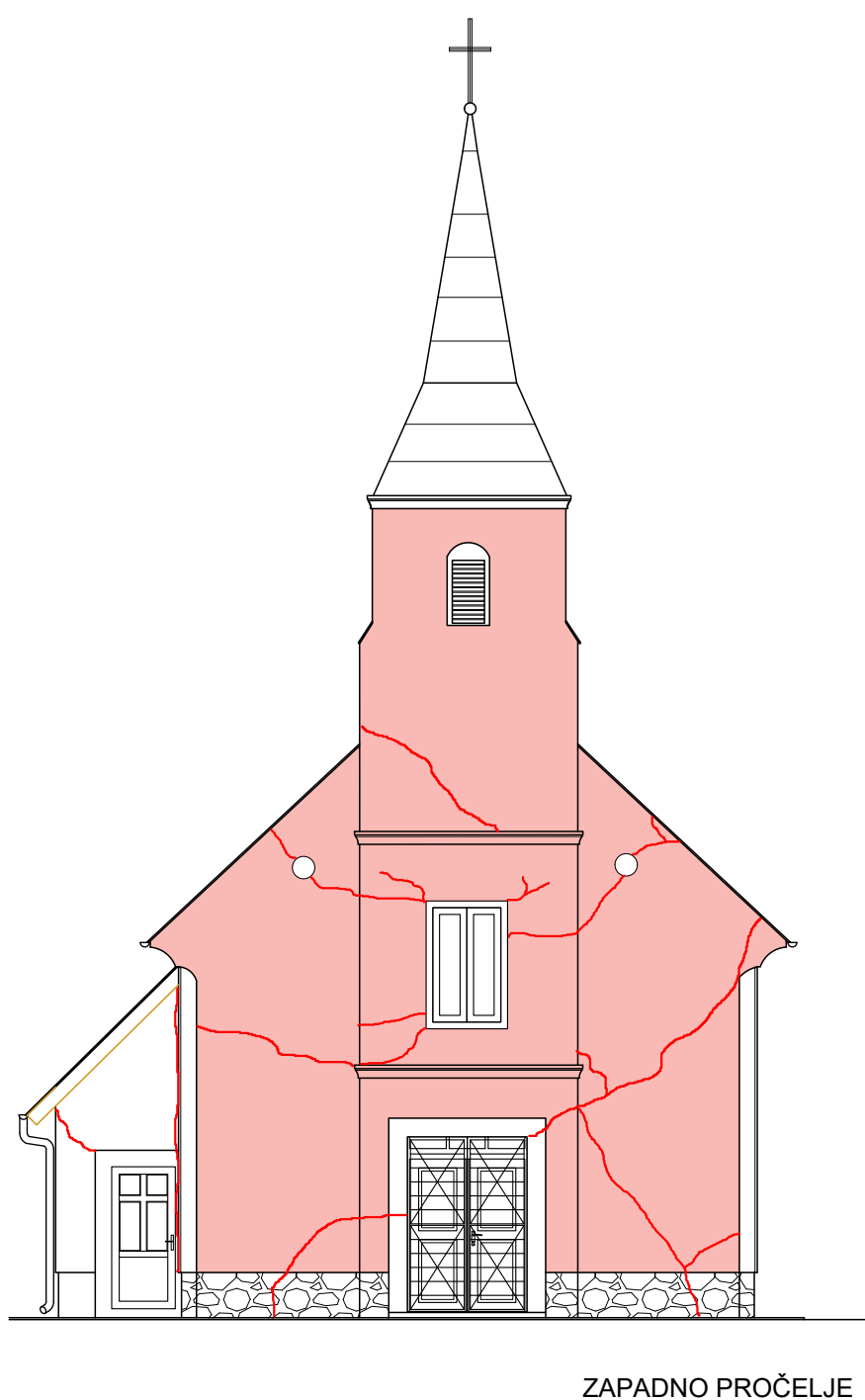
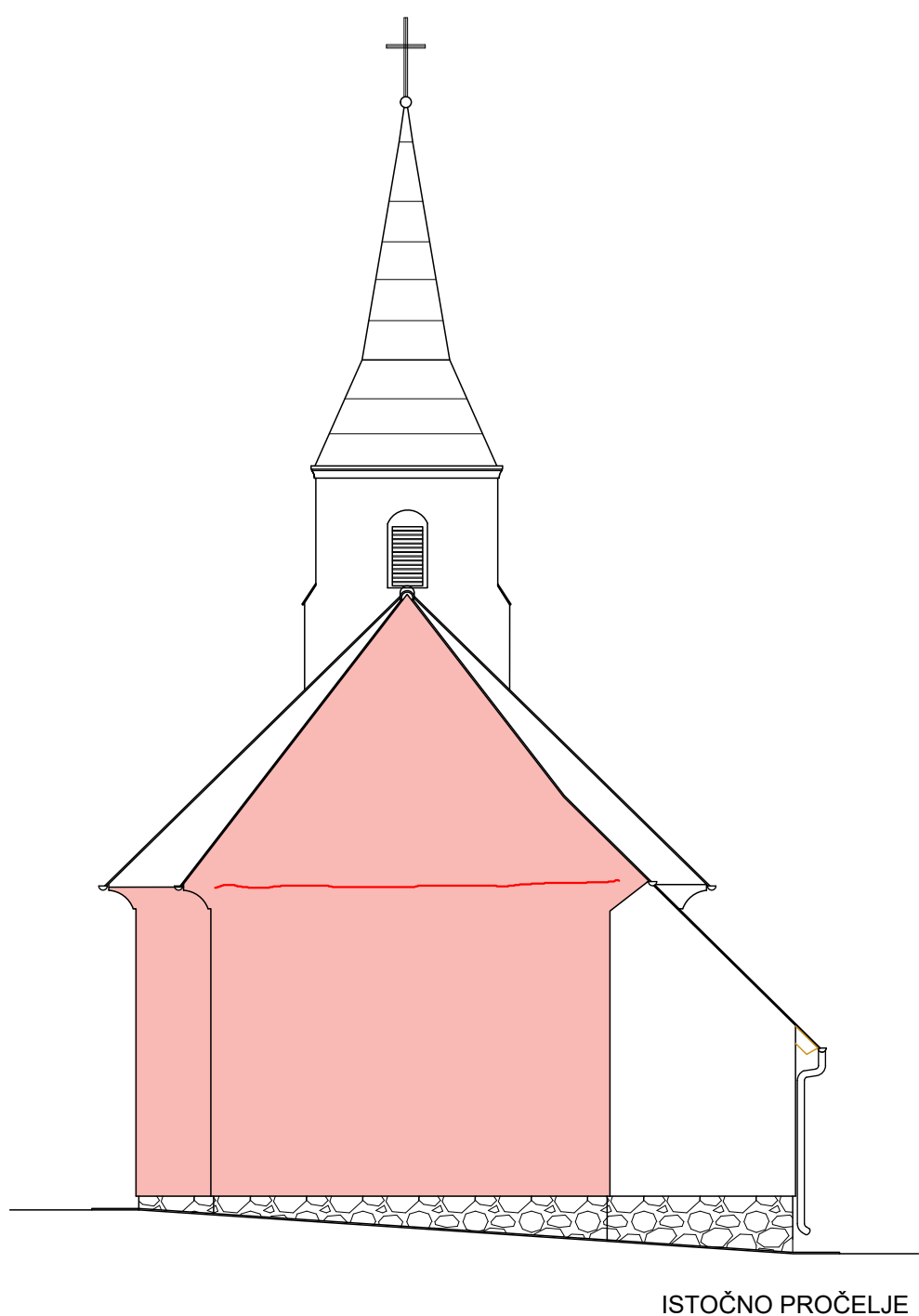
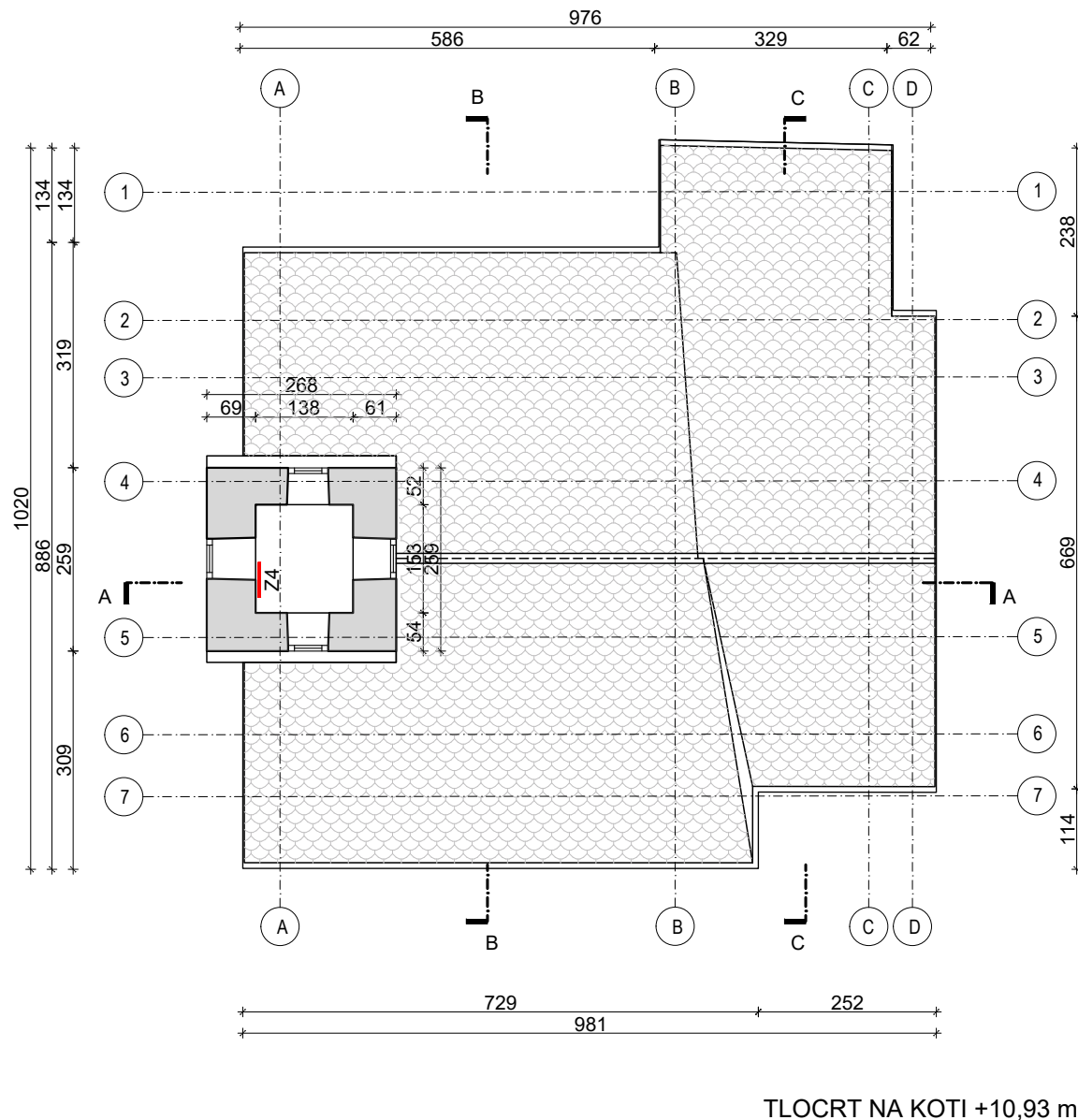
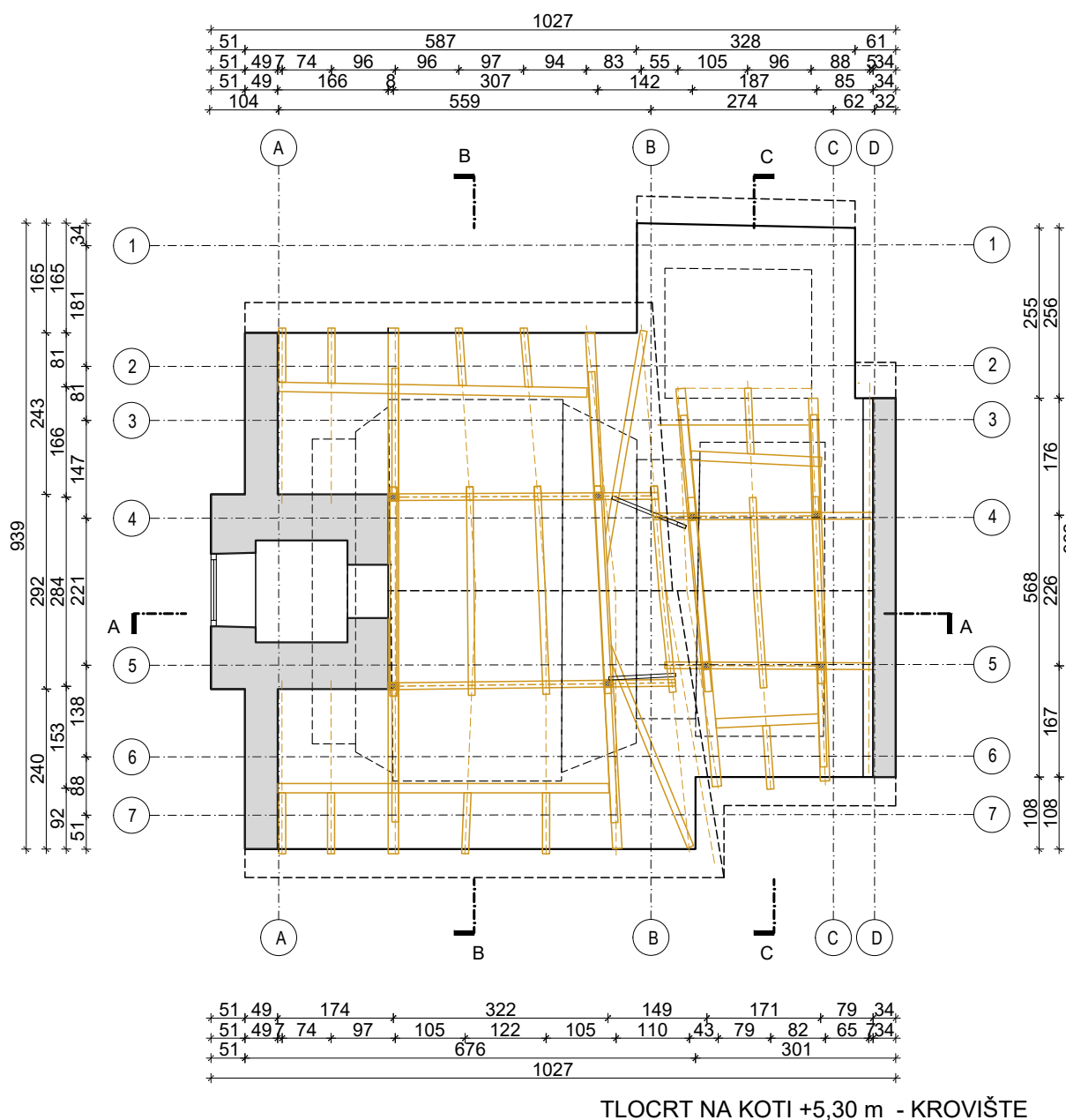
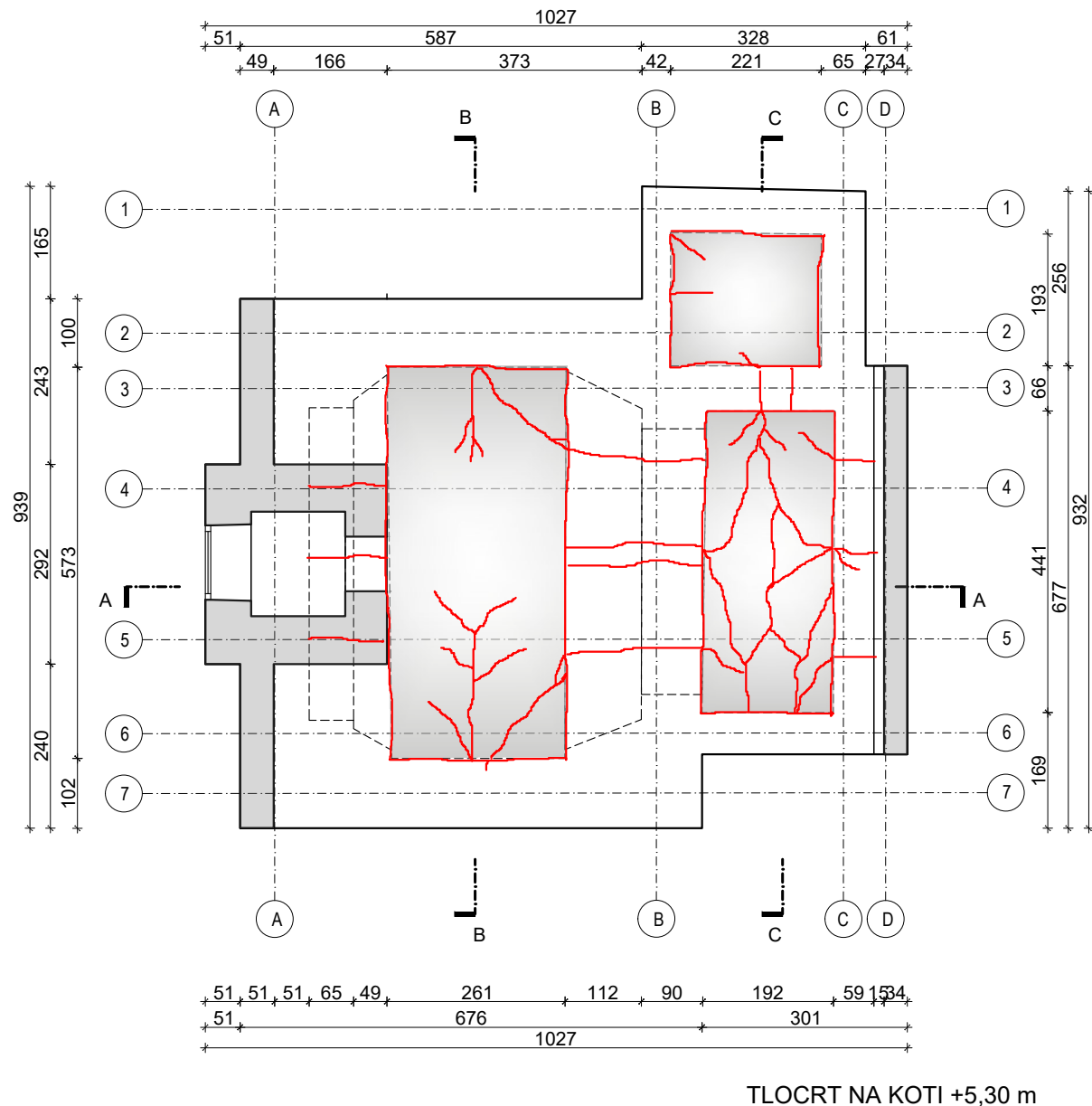
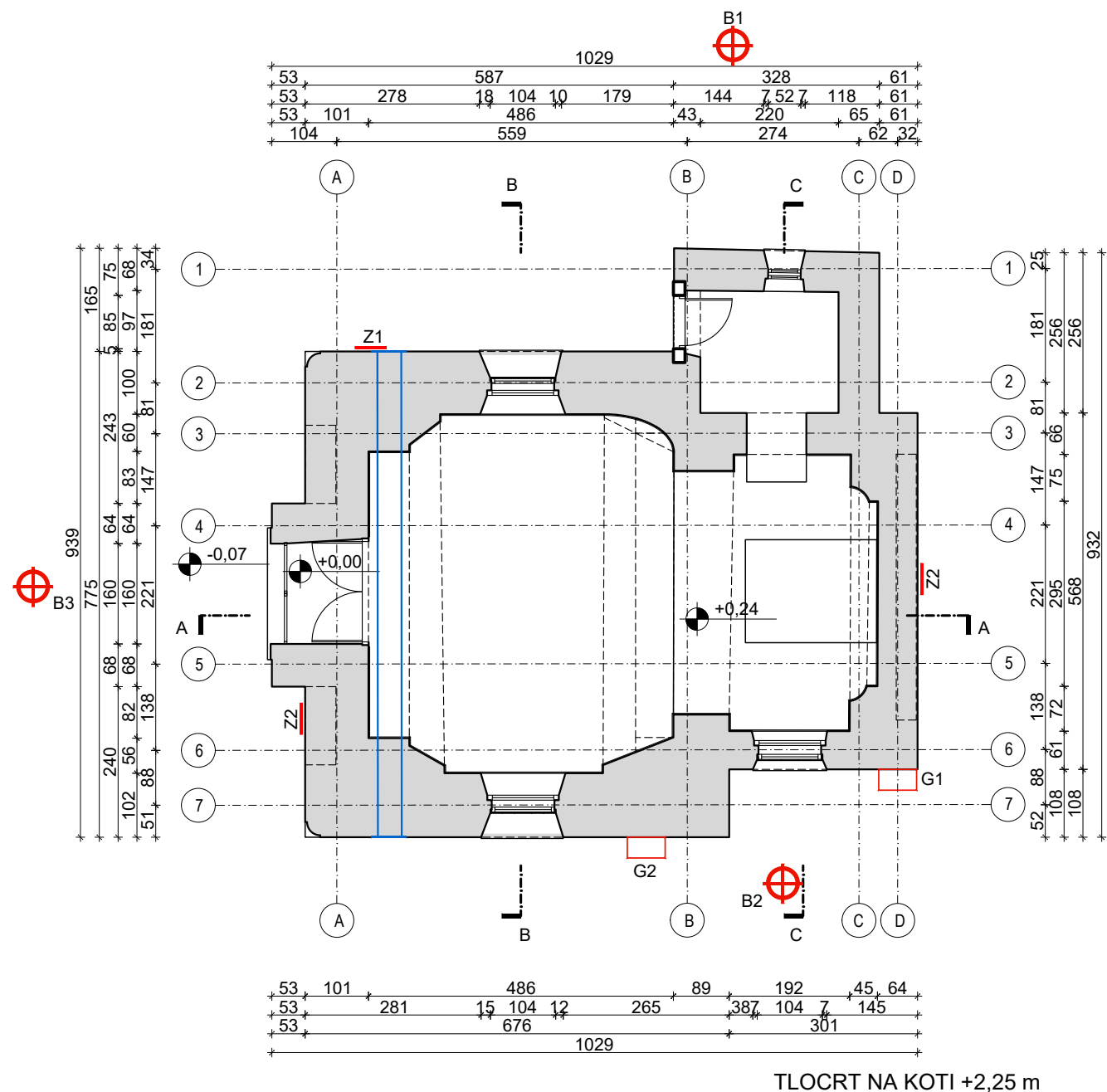
projekt: PROJEKT CJELOVITE OBNOVE ZGRADE
JAVNE NAMJENE - FAZA 1 -
PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE

OP:
60/23

ZOP:
60/23-PO-GR

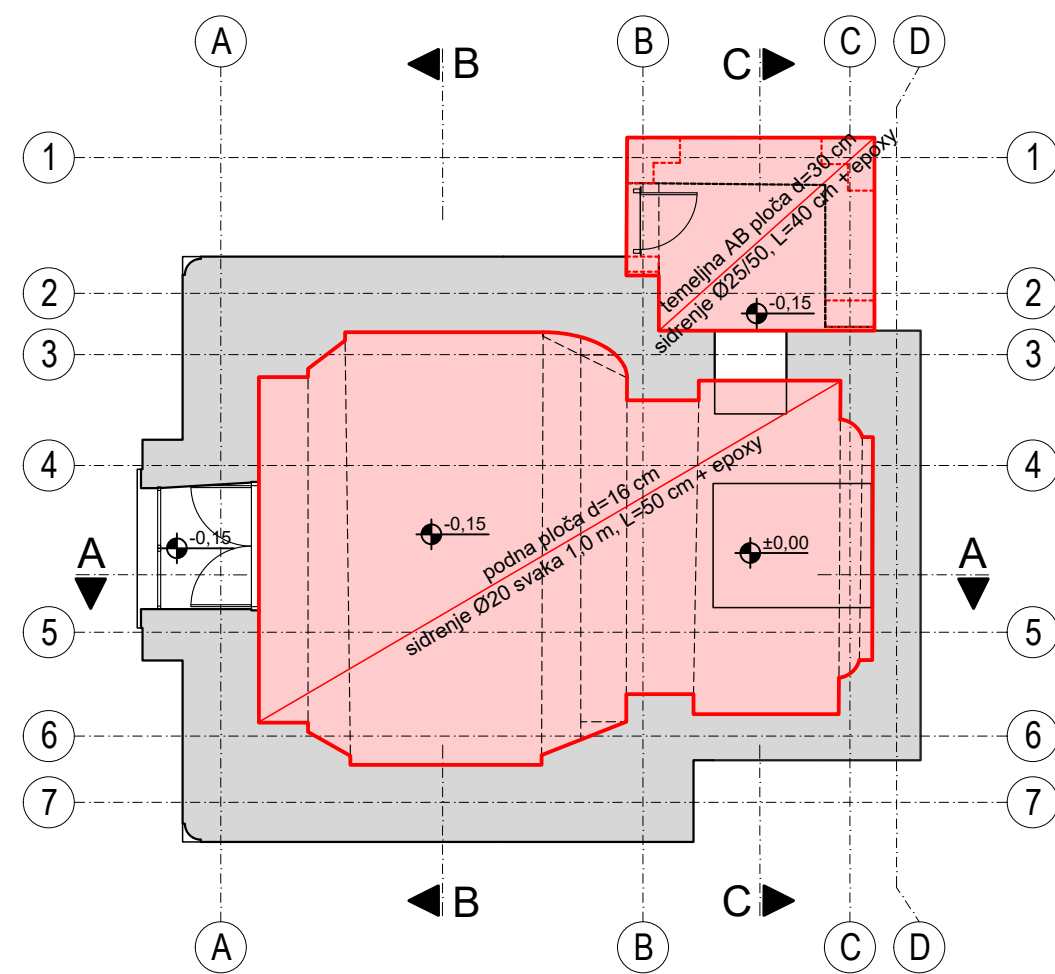
datum:
studenj 2023.

01

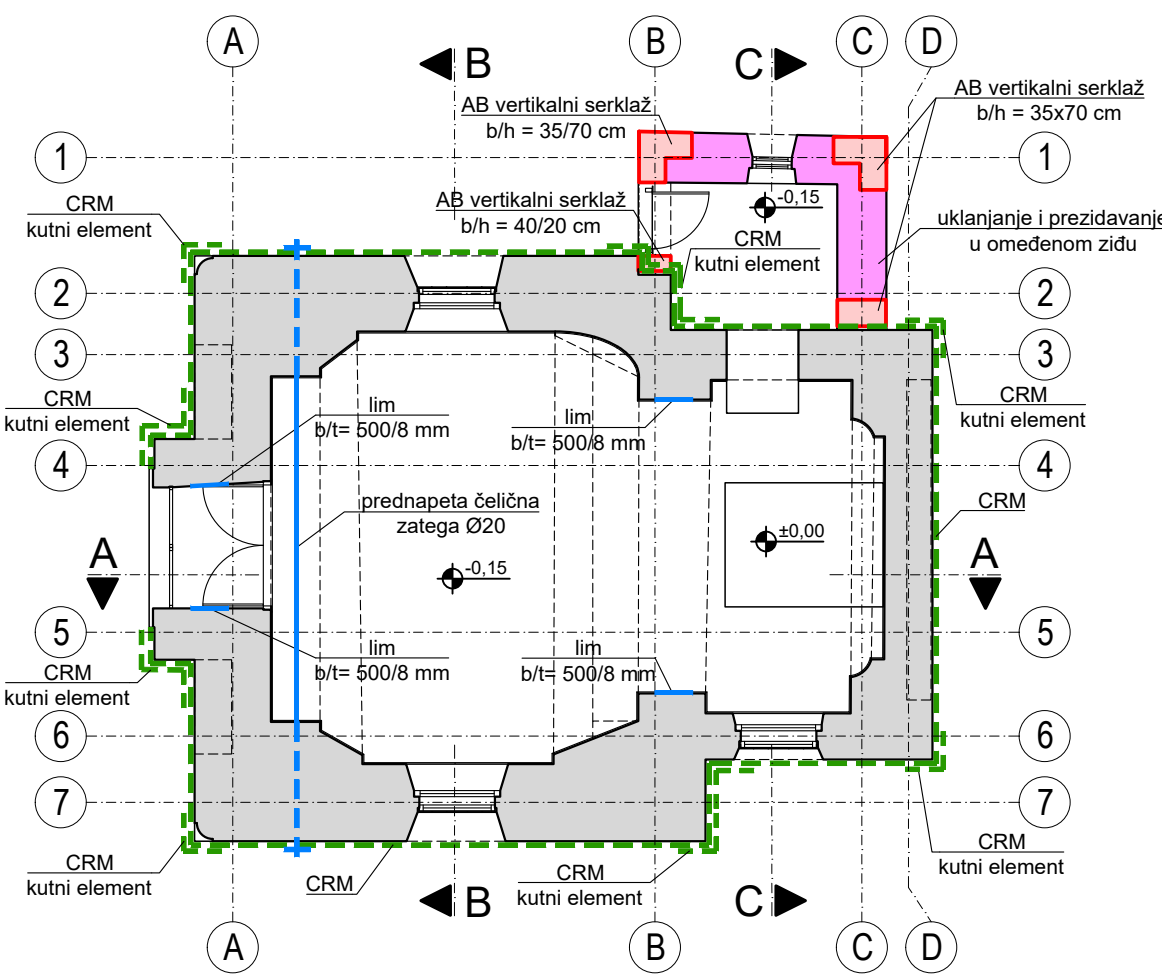


LEGENDA			
	zidani zid		istražni radovi
	hitne mjere		sondaža - zid/stup
	drvena konstrukcija		geotehnička istražna jama
	čelični elementi/zatege		geotehnička bušotina
	oštećenja/pukotine		

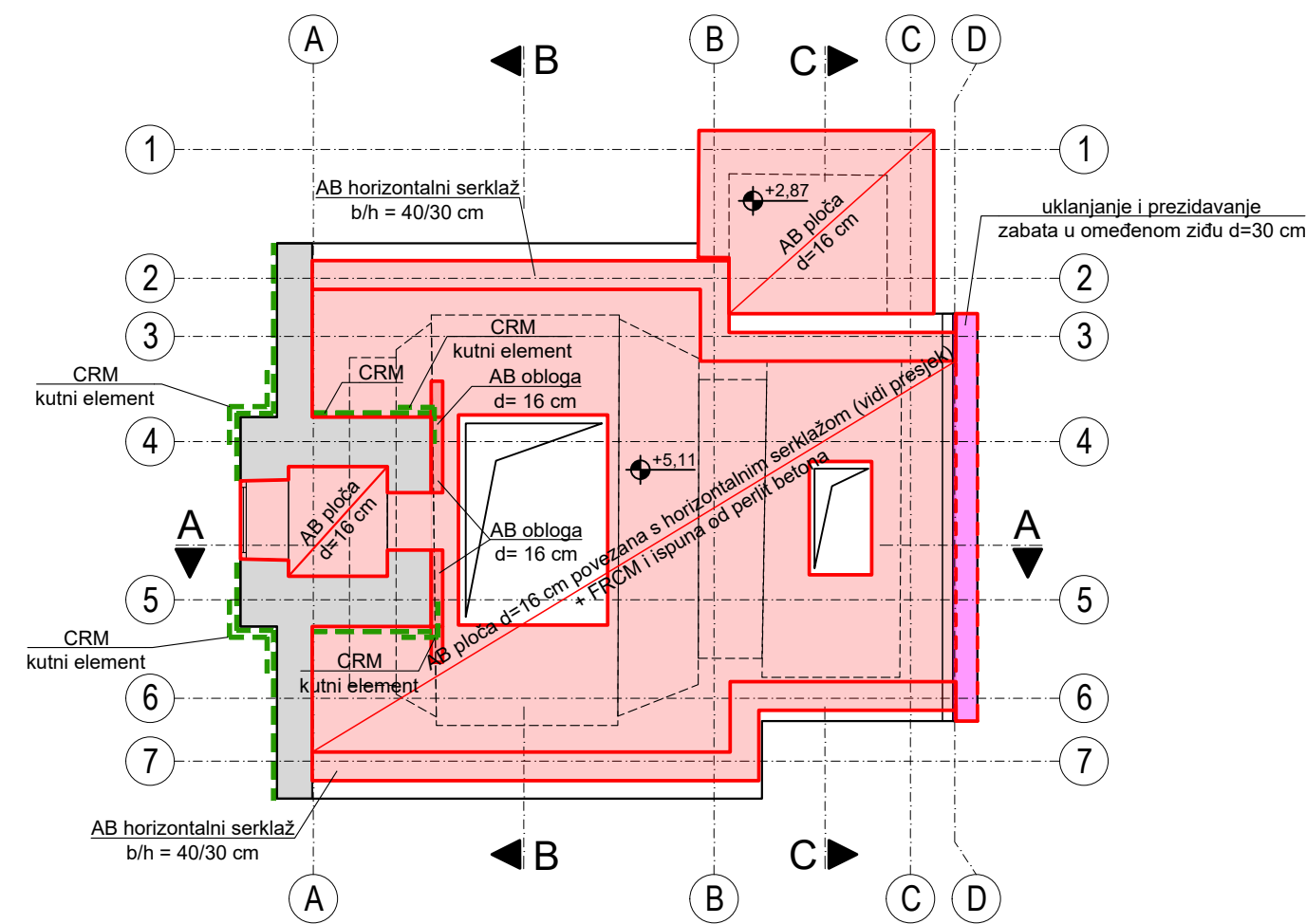
broj revija: 1	opis: 1	datum: 1
	gradivnik: Kapela Svetog Križa, Vukovarska 57a, 10 000 Zagreb, k.č.br. 3538, k.o. Granešina Nova	sadržaj: PRIKAZ ZATEČENOG IZVEDENOG STANJA
investitor: Župa Rodojica Blažene Djevice Marije, Granešina 10, 10 000 Zagreb, OIB: 8512874462	suradnici: David Anđić, mag.ing.aedif. Ivan Marović, mag.ing.aedif. Tamara Horvat, mag.ing.aedif. Mihaljević, mag.ing.aedif. Maja Vardić, mag.ing.aedif. Nemanja Želčić, mag.ing.aedif.	mjerilo: 1:100 ± 0.00 = 245.0 mmv
glavni projektant: Ana Jelen, mag.ing.arch., A 4252	direktor: Juraj Pojatinić, dipl.ing.grad.	list br: 02
projekt: PROJEKT CJELOVITE OBNOVE ZGRADJE JAVNE NAMJENE - FAZA 1 - PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE	OP: 60/23	ZOP: 60/23-PO-GR
		datum: studeni 2023.



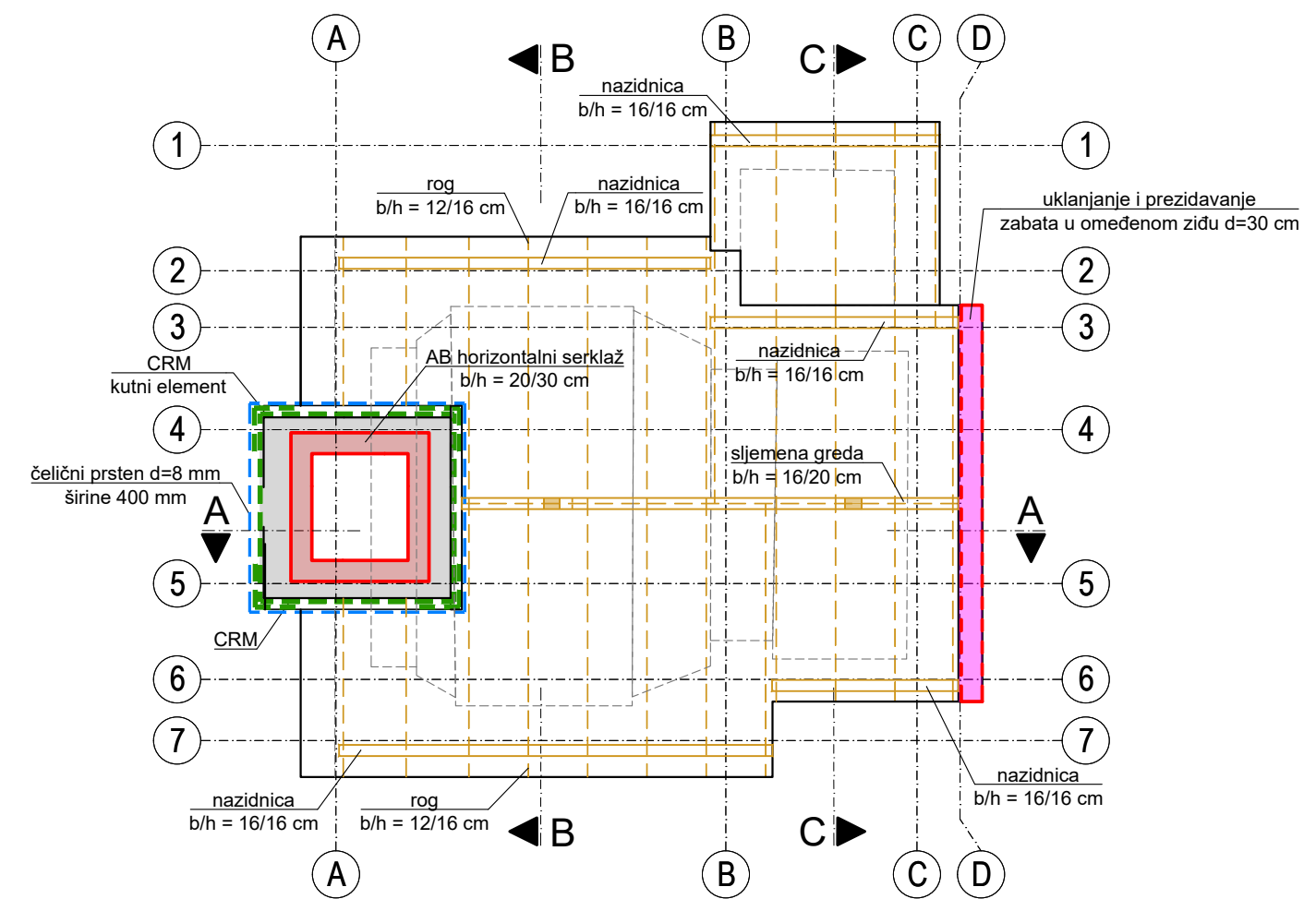
DISPOZICIJA ZAHVATA NA KOTI ±0,00 m



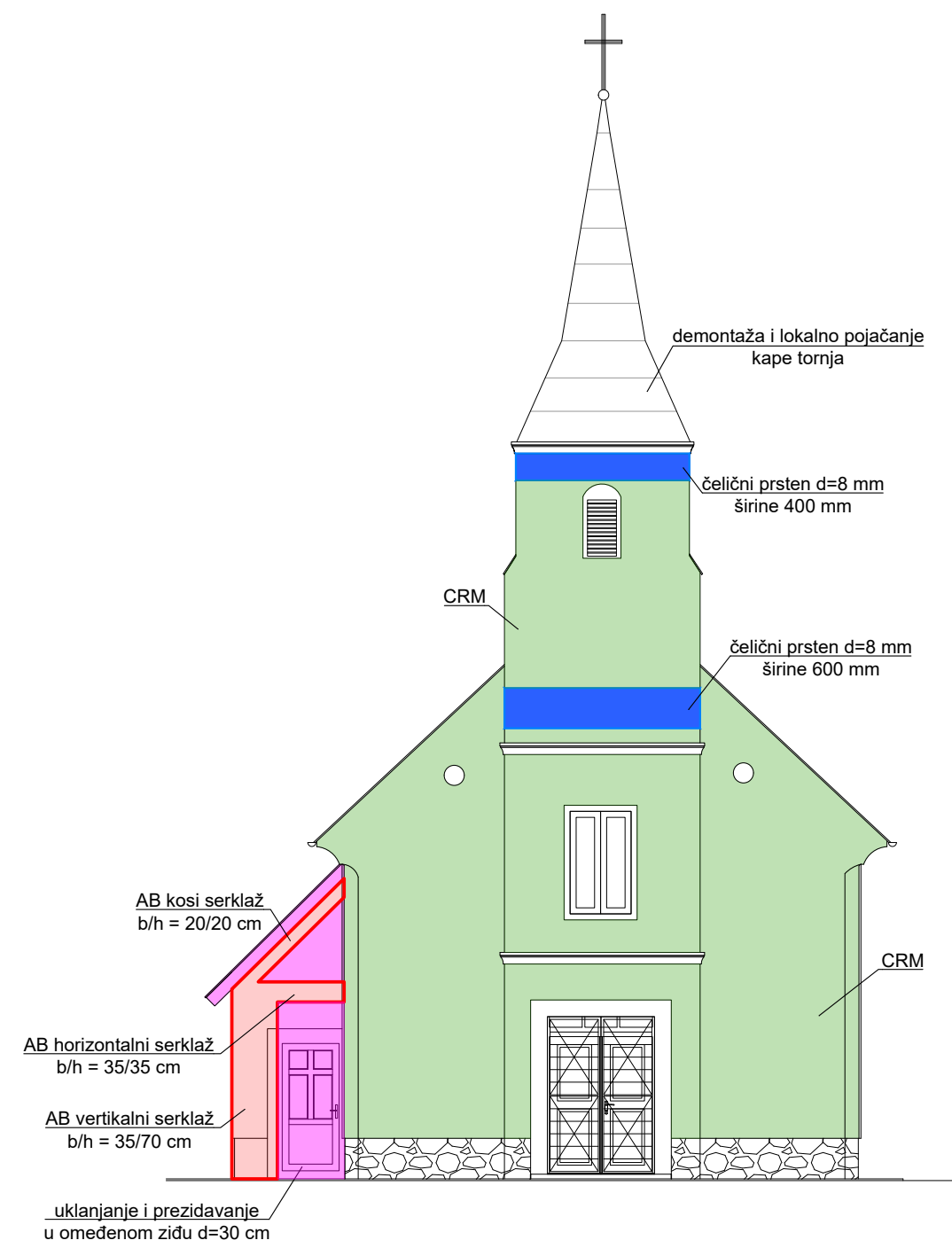
DISPOZICIJA ZAHVATA NA KOTI +2,25 m



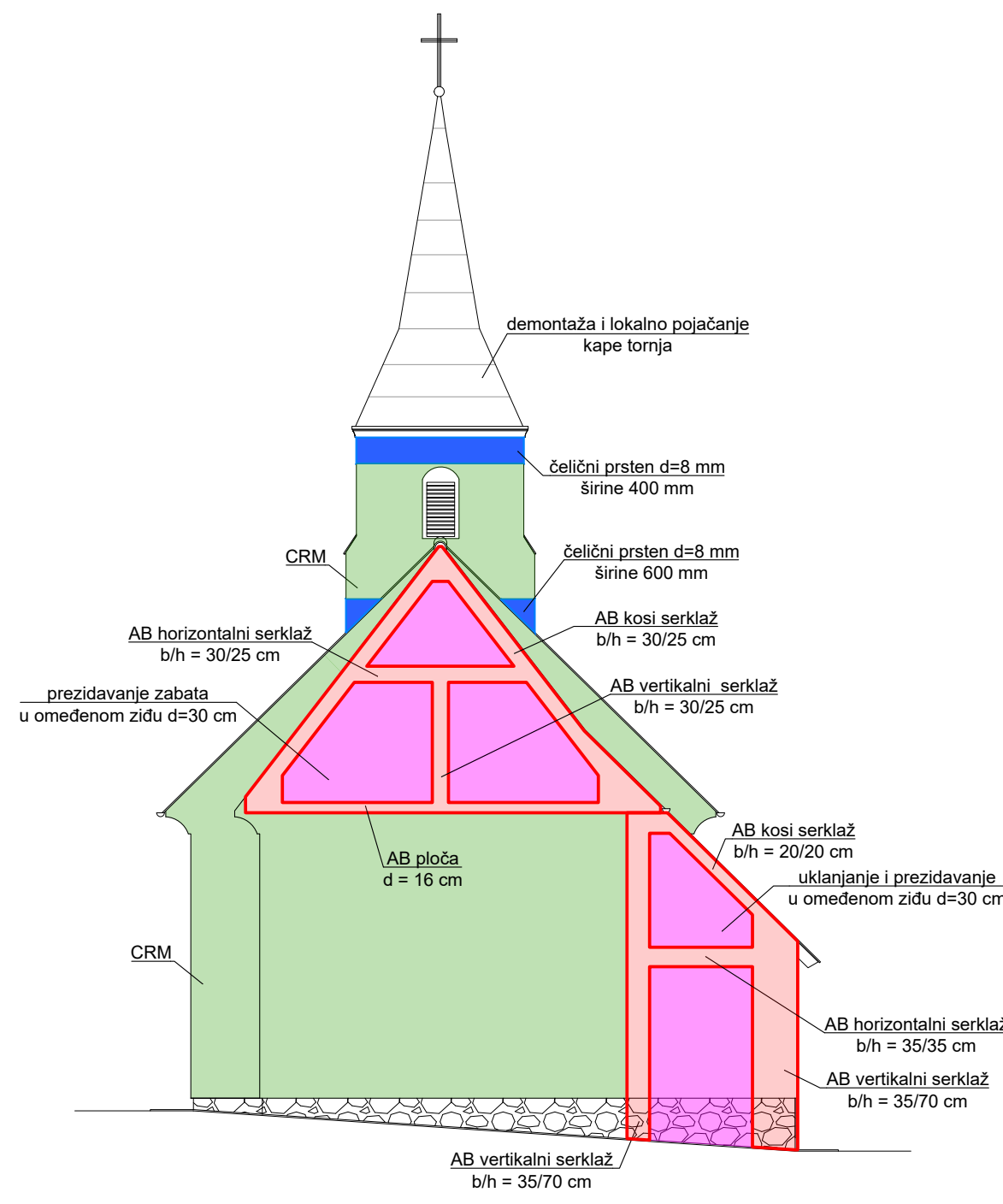
DISPOZICIJA ZAHVATA NA KOTI +5,30 m



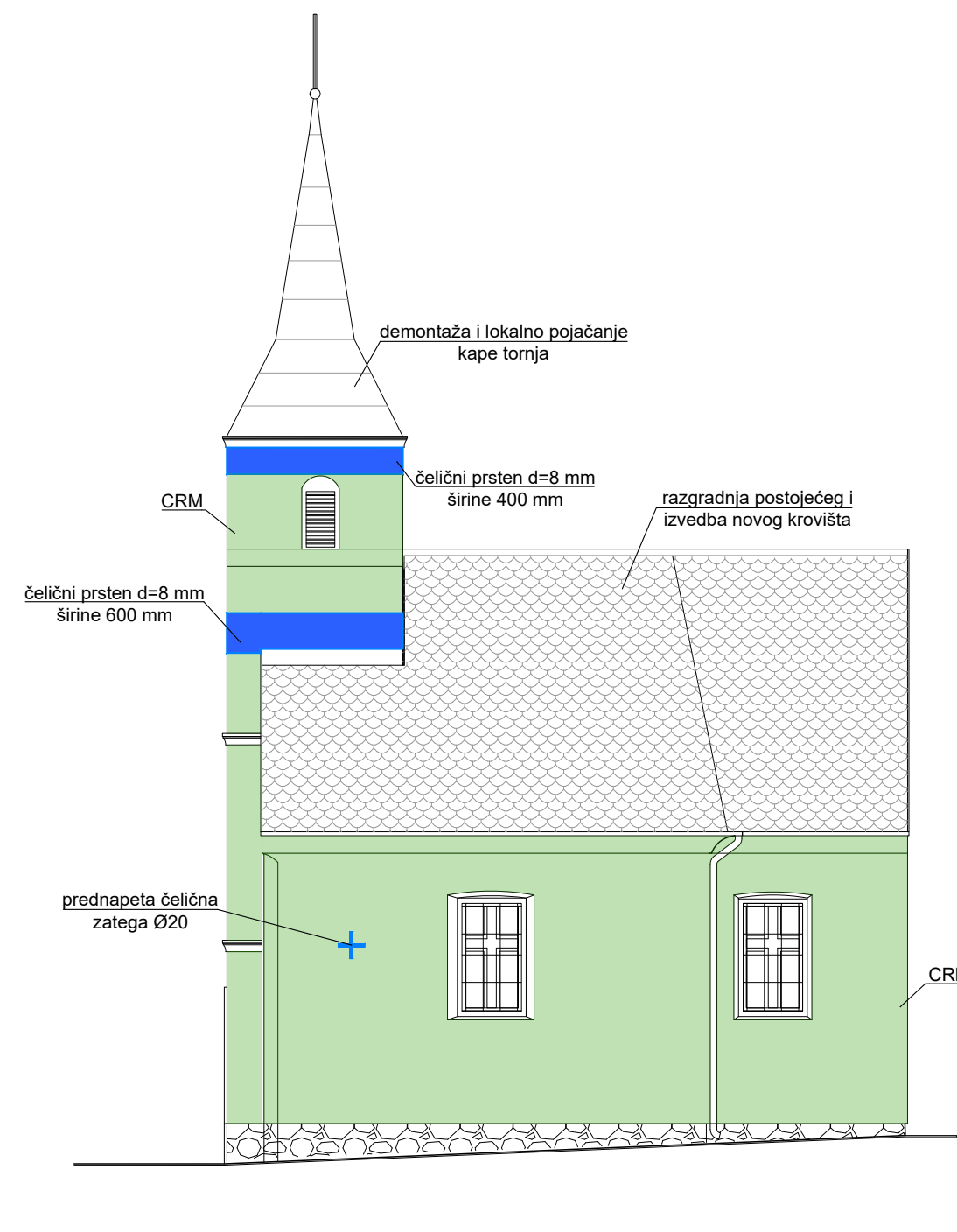
DISPOZICIJA ZAHVATA NA KOTI +10,93 m



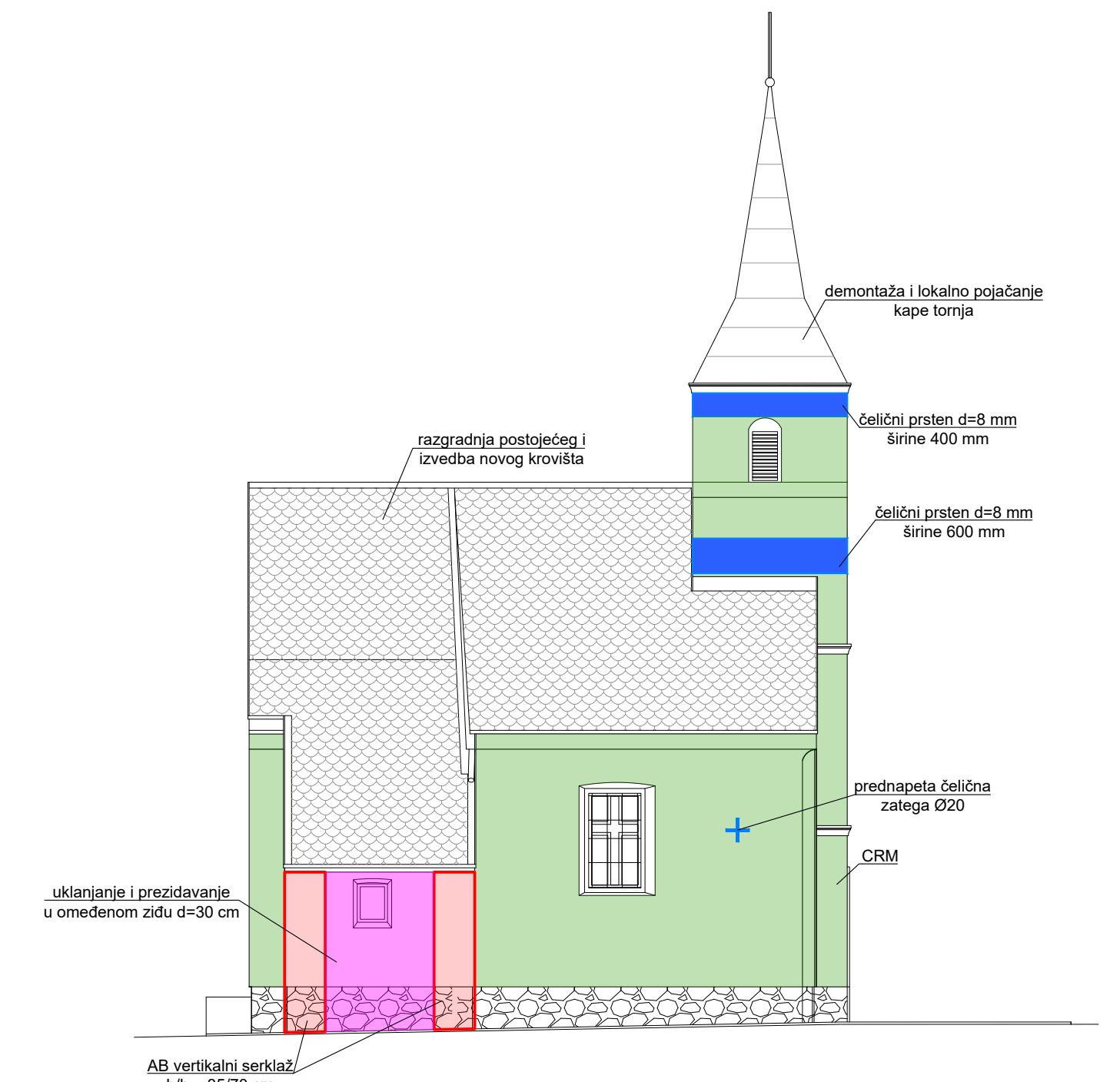
ZAPADNO PROČELJE



ISTOČNO PROČELJE

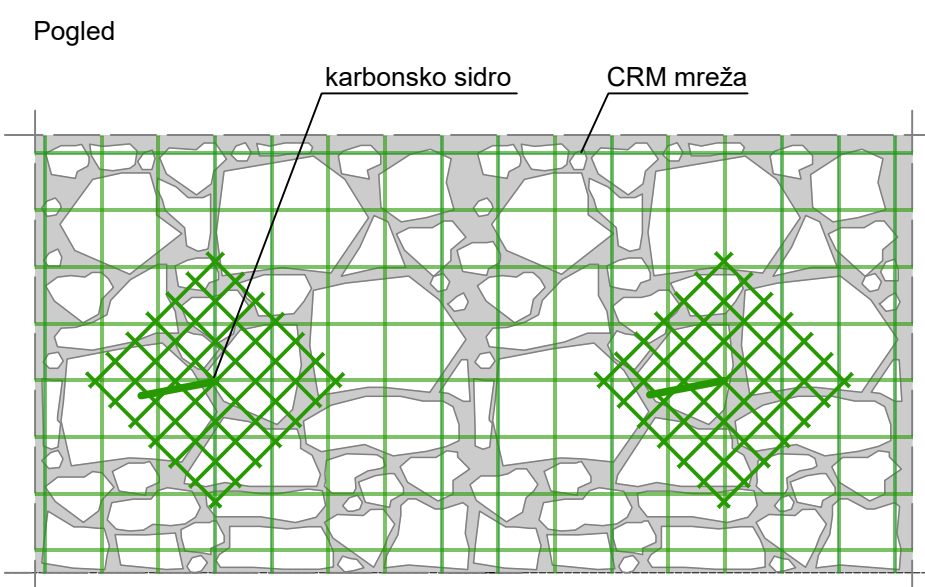


JUŽNO PROČELJE

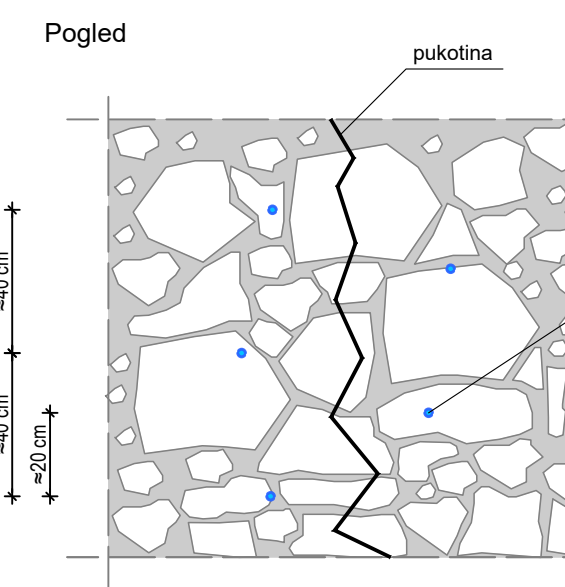


SJEVERNO PROČELJE

Detalj D1, M. 1:20
pojačanje CRM-om



Detalj D2, MJ 1:20
unakrsno povezivanje zida ("šivanje")



Popis zahvata:

- Toranj
- izvedba horizontalnog serklaža na vrhu tornja,
- demontaža i pojačanje kape tornja,
- izvedba čeličnih prstena s vanjske strane tornja,
- izvedba armirane žbuke (CRM sustav) s vanjske strane tornja,
- izvedba armiranobetonske obloge na zidu tornja prema krovu.

Krovište

- preizdavanje zabata u sustavu omeđenog zida,
- izvedba novog krovišta uz razgradnju starog.

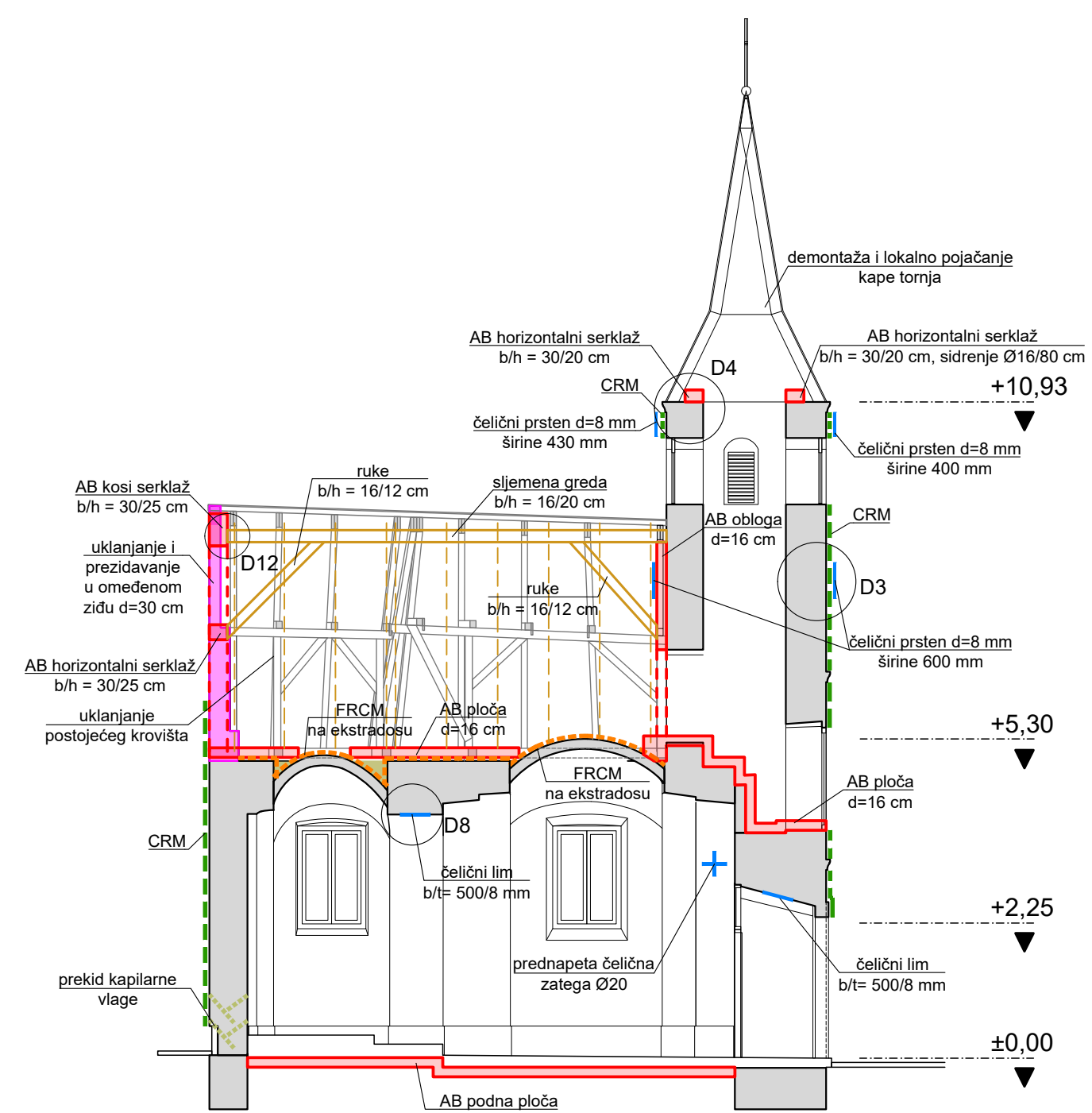
Kapela

- izvedba armiranobetonske dijafagme povezana s horizontalnim serklažima s uštedama iznad tjemena svodova,
- izvedba horizontalnog serklaža na vrhu zidova kapele,
- prekid kapilarne vlage,
- lokalna sanacija pukotina "šivanjem",
- ugradnja nove zatege u peti luka,
- pojačanje zidova kapele s vanjske strane (CRM sustav),
- pojačanje lukova čeličnim limovima,
- izvedba armirane žbuke (FRCM sustav) po ekstradosu svodova,
- razgradnja i izvedba novih zidova sakristije s armiranobetonskom stropnom pločom.

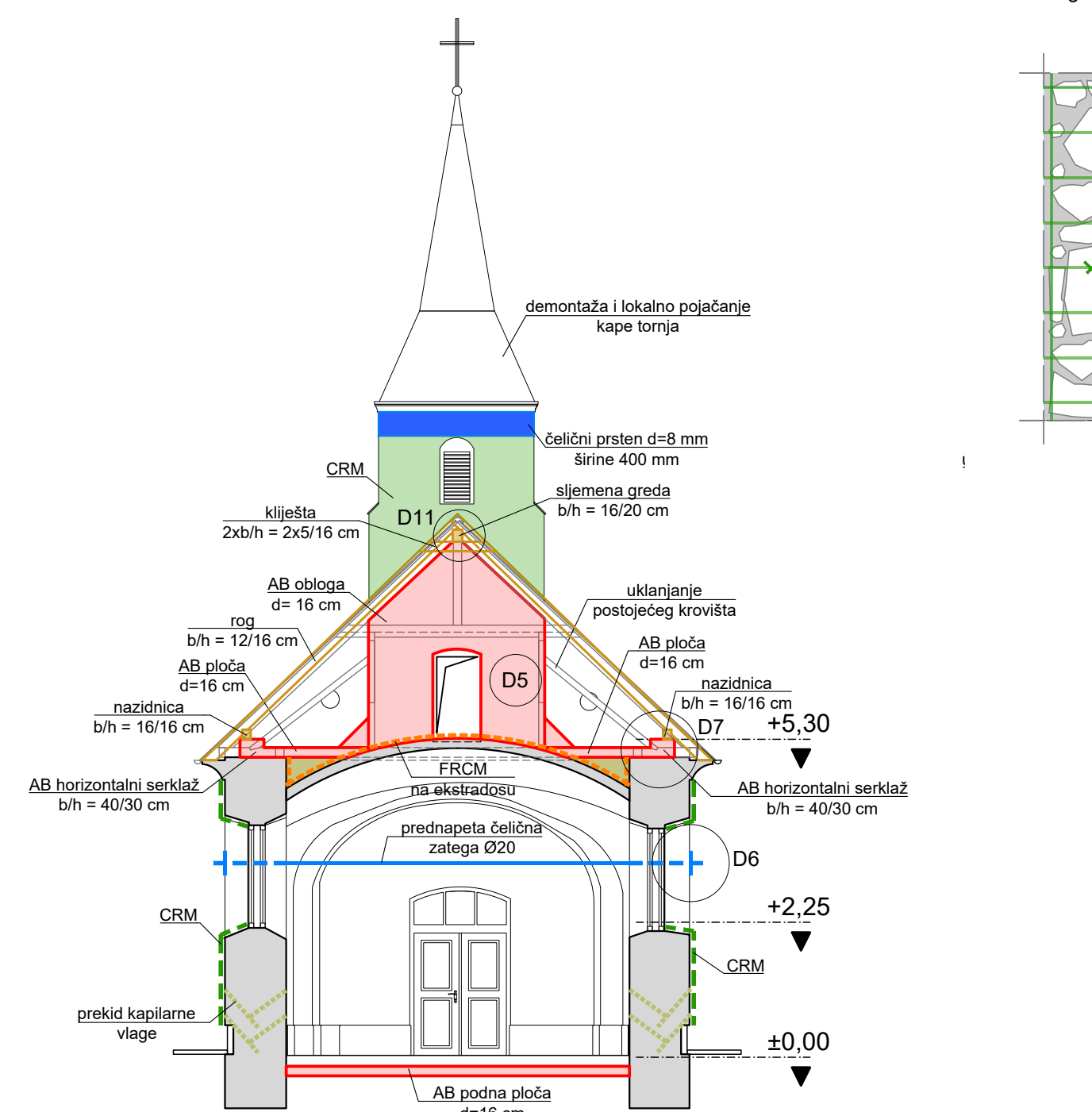
Temelji

- izvedba nove podne armiranobetonske ploče,
- izvedba novih armiranobetonskih temelja sakristije.

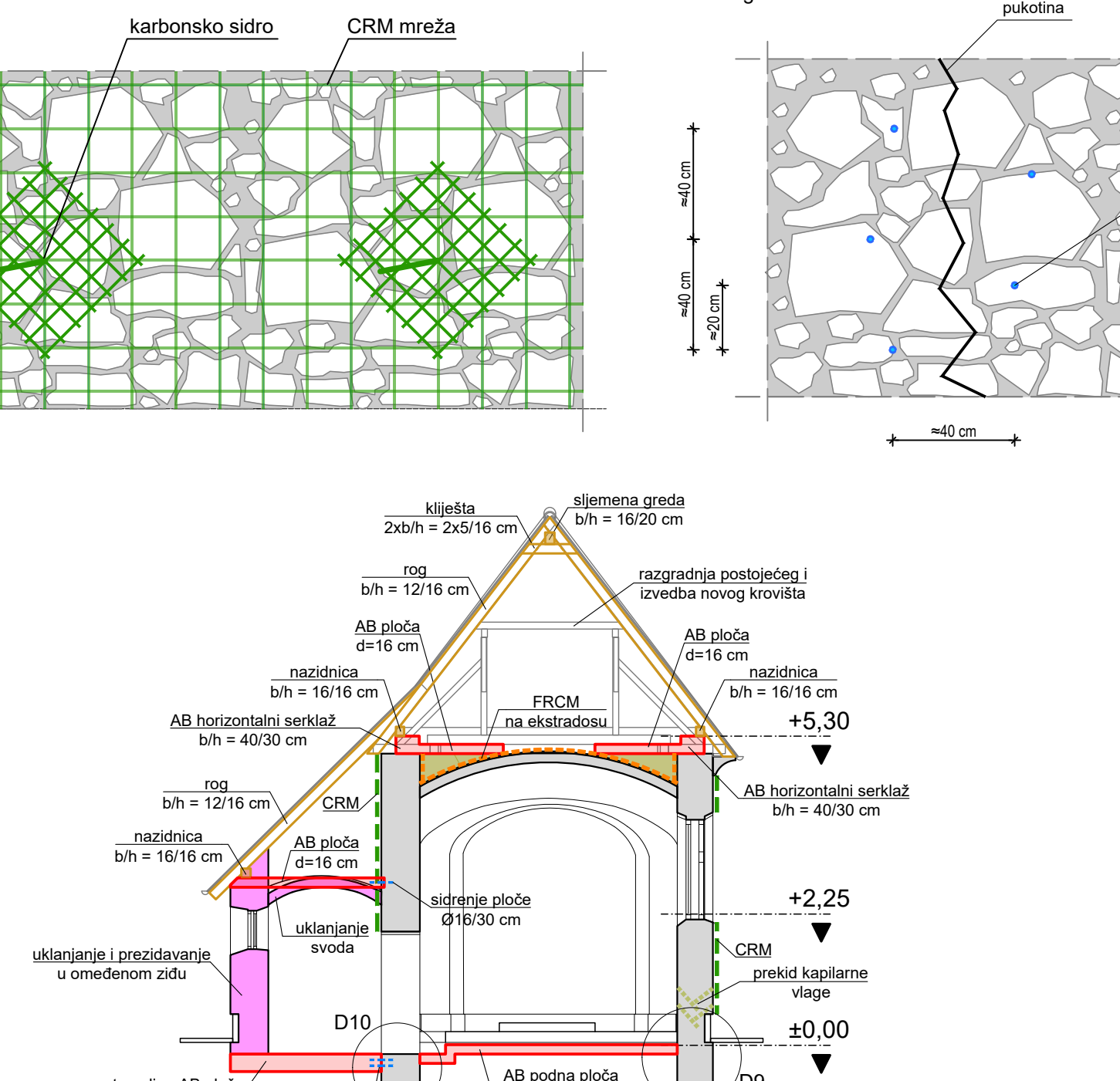
Hrvatska Komora Inženjera Građevinarstva
Juraj Pojatin
dipl. ing. građ.
Ovlaštenje za projektiranje
G 3870



PRESJEK A-A



PRESJEK B-B



PRESJEK C-C

broj revizije: 1	opis:	saopćenje:	datum:
	gradjevina: Kapela Svetog Križa Veliki vrt 67a, 10 000 Zagreb k.č.br. 3538, k.o. Graničinska Nova	PRIKAZ ZAHVATA POJAČANJA NA KONSTRUKCIJI	
investitor: Župa Rodana Biskupa Dječice Marije Gledina 10, 10 000 Zagreb OIB: 89126704852	surađnici: David Anđić, mag.ing.aedf. Tomaš Horvat, mag.ing.aedf. Matij Kramarić, mag.ing.aedf. Maja Vrančić, mag.ing.aedf. Nemir Željč, mag.ing.aedf.	Ivan Marović, mag.ing.aedf. Mihaila Mesić, mag.ing.arch.	riješenje: 1:20, 1:100 1:0,50 = 245,0 mm
glavni projektant: Ana Jeren, mag.ing.arch., A 4292	projektant: Juraj Pojatin, dipl.ing.građ. G 3870	direktor: Juraj Pojatin, dipl.ing.građ.	list br.: 03
projekt: PROJEKT CILJEVITIH OBRNOVE ZGRADE JAVNE NAMJENE - FAZA 1 PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE	OP: 6023	ZGP: 6023-PO-GR	datum: studen 2023.